

电路原理如此简单！

电路原理期中考前辅导

自律督导部



1

绪论、基本概念

2

电阻电路的等效变换

3

电阻电路的一般分析

4

电路定律及其应用

5

含有运算放大器的电阻电路



绪论、基本概念

- 为什么要学习电路
- 电路要学什么
- 电压、电流、功率
- 电源

· 计算机体系结构学习路线

计算机系统
结构

微机原理与接
口技术

计算机组成原理

数字
电路

模拟
电路

电路原理

目录

绪论
基本概念

电阻电路
等效变换

电阻电路
一般分析

电路定律

运算
放大器

小结

电路
原理



认识基本的电路
掌握基本的分析方法

纯电阻直流电路的分析

含储能元件的直流电路分析

交流电路的分析

纯电阻直 流电路的 分析

通过电阻、电源
的等效变换实现
电路的等效变换

基于KCL&KVL
和电路结构的一
般电路分析法

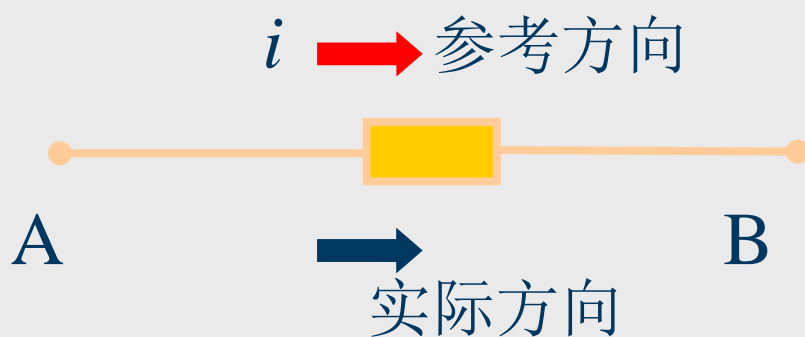
通过电路
定律简化、
转化问题



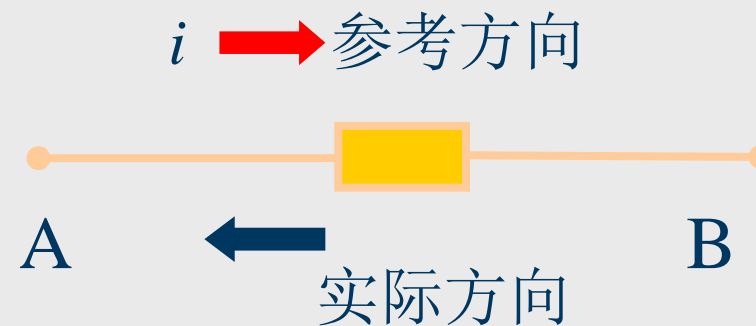
基本目标：化简电路
求解相关物理量

· 几点基本概念

电流、电压的参考方向



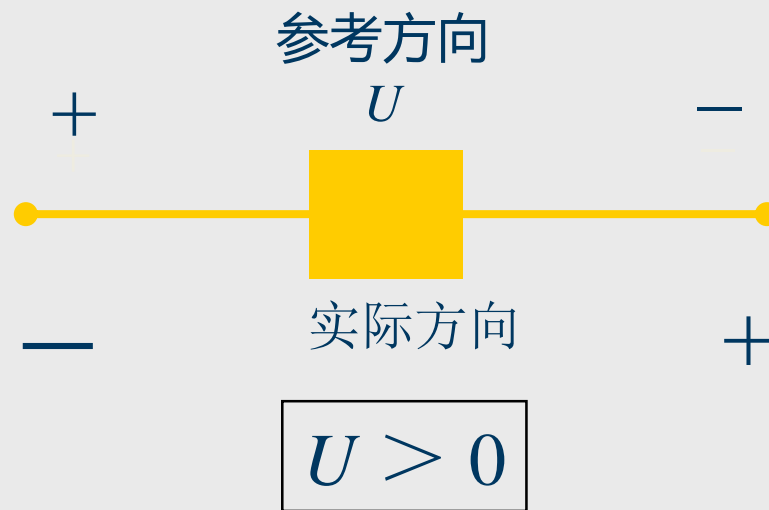
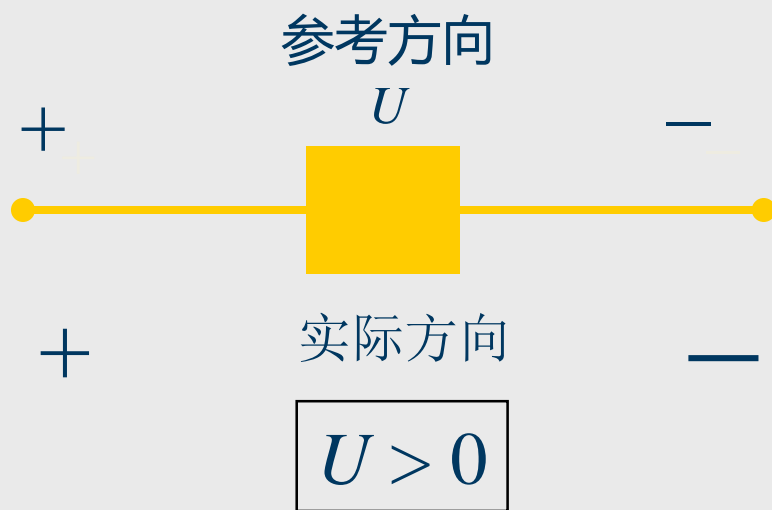
$$i > 0$$



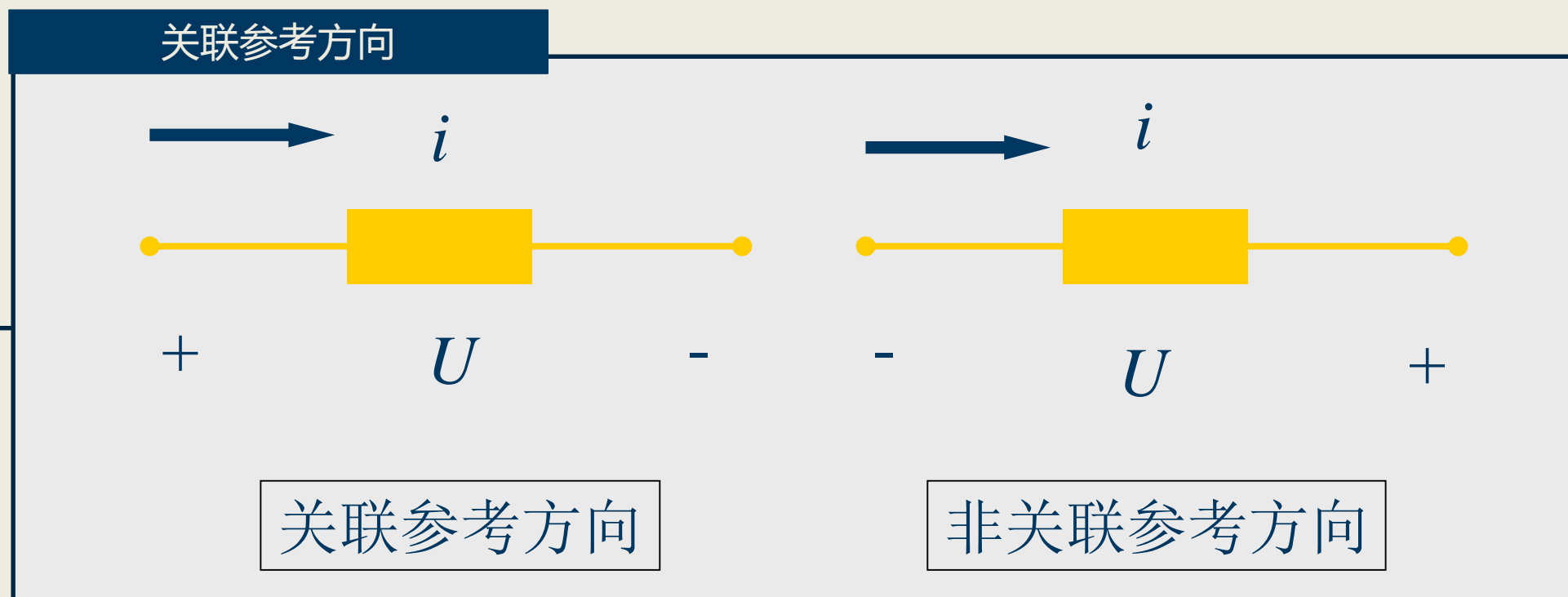
$$i < 0$$

· 几点基本概念

电流、电压的参考方向



· 几点基本概念



· 几点基本概念

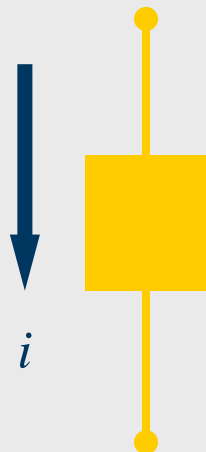
参考方向

注

- (1) 分析电路前必须选定电压和电流的参考方向。
- (2) 参考方向一经选定，必须在图中相应位置标注(包括方向和符号)，**在计算过程中不得任意改变**。
- (3) 参考方向不同时，其表达式相差一负号，但实际方向不变。

· 几点基本概念

功率的吸收与发出



● u, i 取关联参考方向

$P=ui$ 表示元件吸收的功率

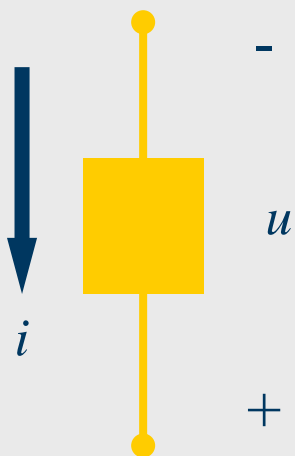
$P>0$ 吸收正功率 (实际吸收)

$P<0$ 吸收负功率 (实际发出)

[以电阻为原型]

· 几点基本概念

功率的吸收与发出



- u, i 取非关联参考方向

$p = ui$ 表示元件发出的功率

$P > 0$ 发出正功率 (实际发出)

$P < 0$ 发出负功率 (实际吸收)

[以电源为原型]



电阻电路等效变换

- 何为等效?
- 电阻的等效变换
- 电源的等效变换

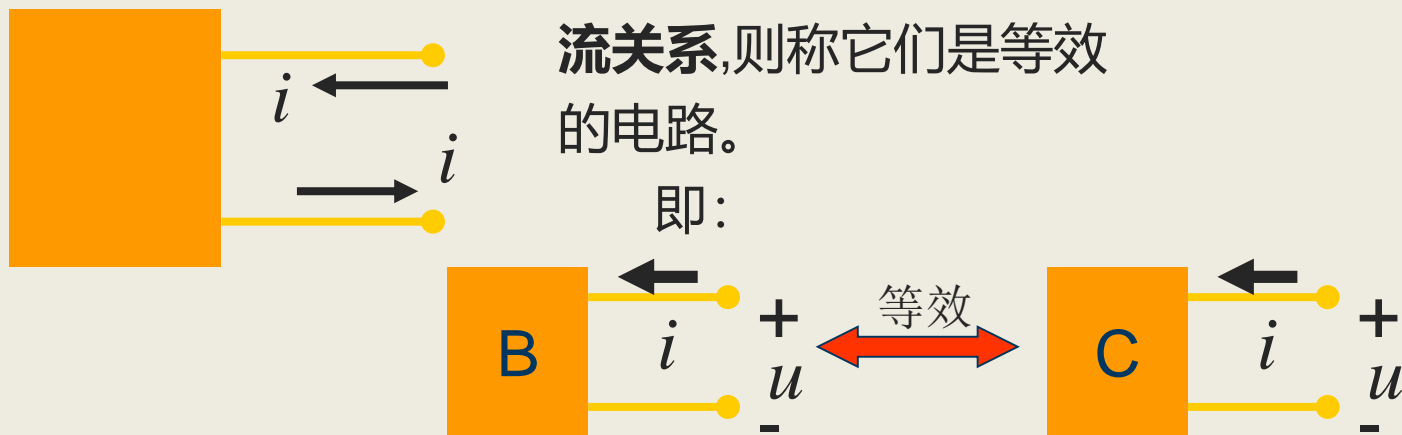
· 何为等效？ 对外效用相同！

改变物体内能的方式有两种：做功和热传递，这两种方式对于改变物体的内能是**等效**的。

· 二端网络

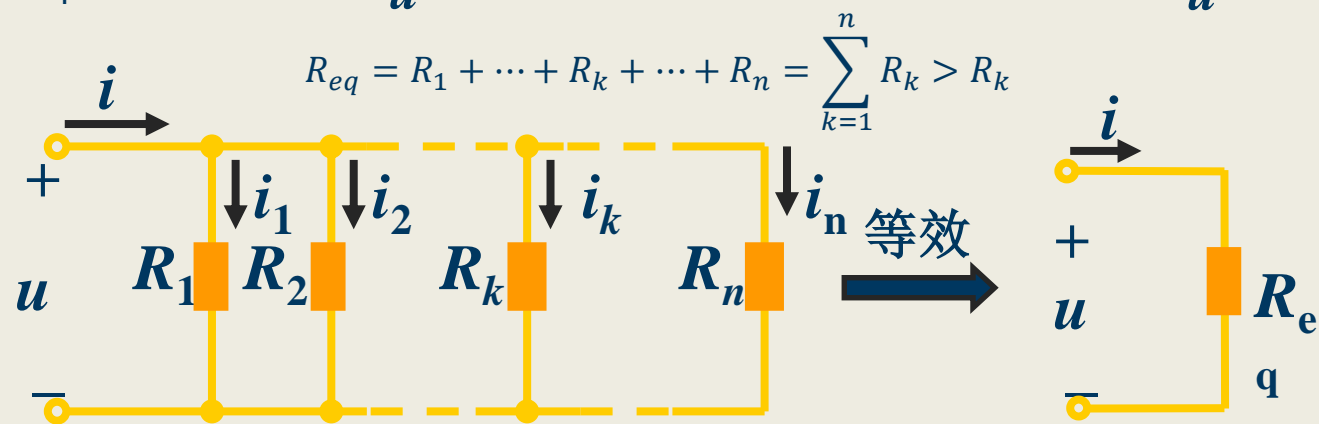
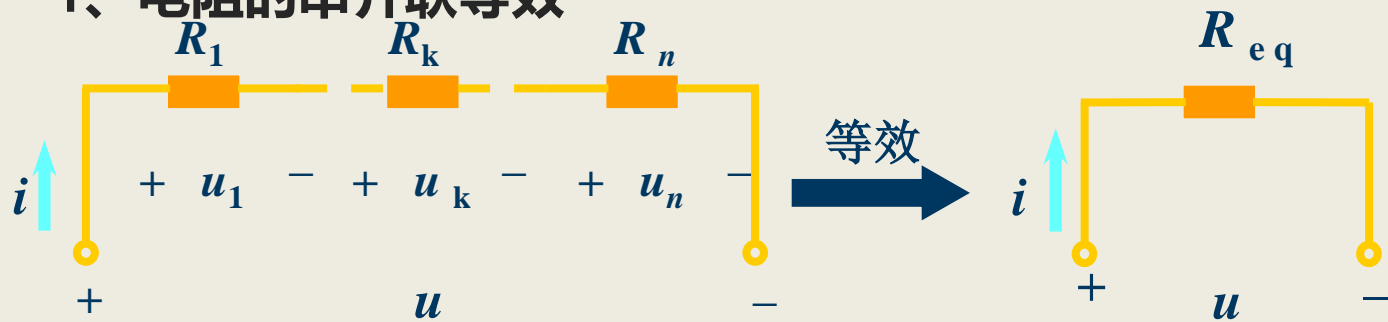
两个两端电路，端口具有相同的电压、电流关系，则称它们是等效的电路。

即：



(一) 电阻的等效

1、电阻的串并联等效



$$R_{eq} = R_1 + \dots + R_k + \dots + R_n = \sum_{k=1}^n R_k > R_k$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = G_{eq} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{即} \quad R_{eq} < R_k$$

(一) 电阻的等效

1、电阻的串并联等效

2、电阻星型联结与三角形联结的等效

Y型→Δ型的变换条件:

$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} = \frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2}{R_3}$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2}{R_1}$$

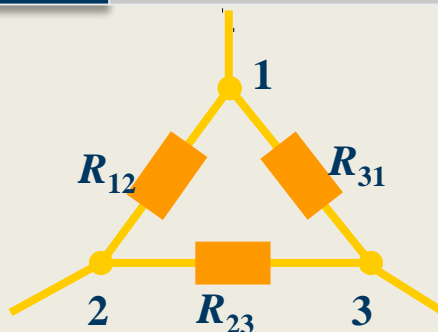
$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2} = \frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2}{R_2}$$

Δ型→Y型的变换条件:

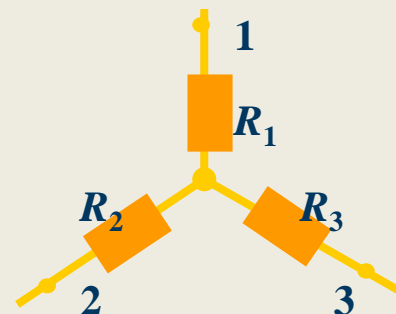
$$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{23} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{31} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

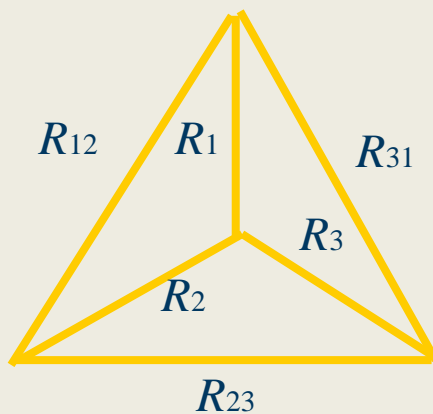


Δ 型网络



Y型网络

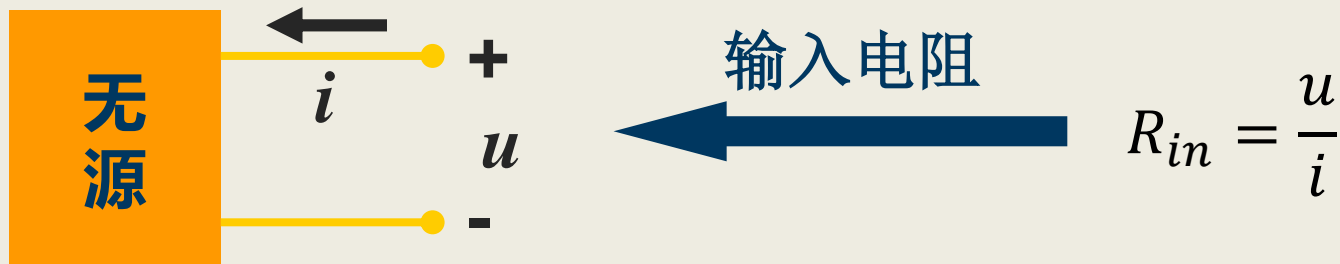
$$R_{\Delta} = 3R_Y$$



(一) 电阻的等效

- 1、电阻的串并联等效
- 2、电阻星型联结与三角形联结的等效

· 重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

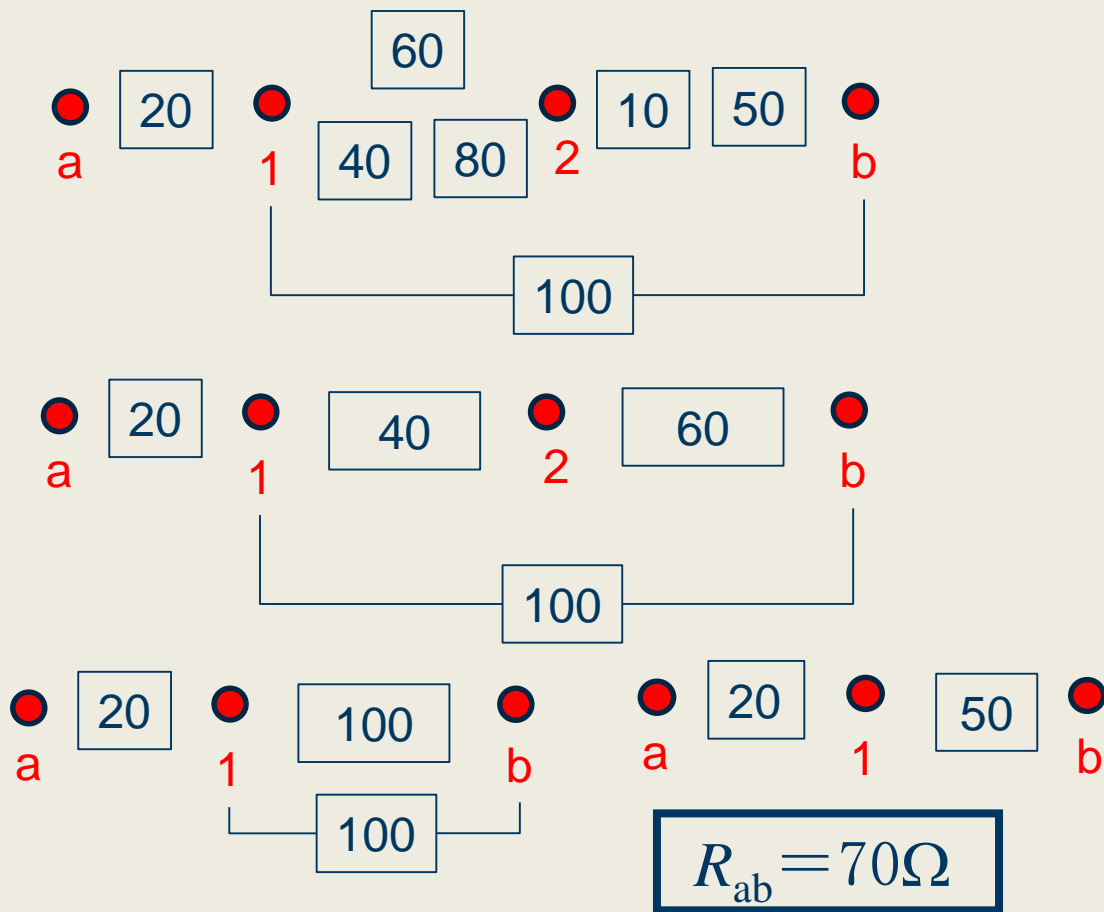
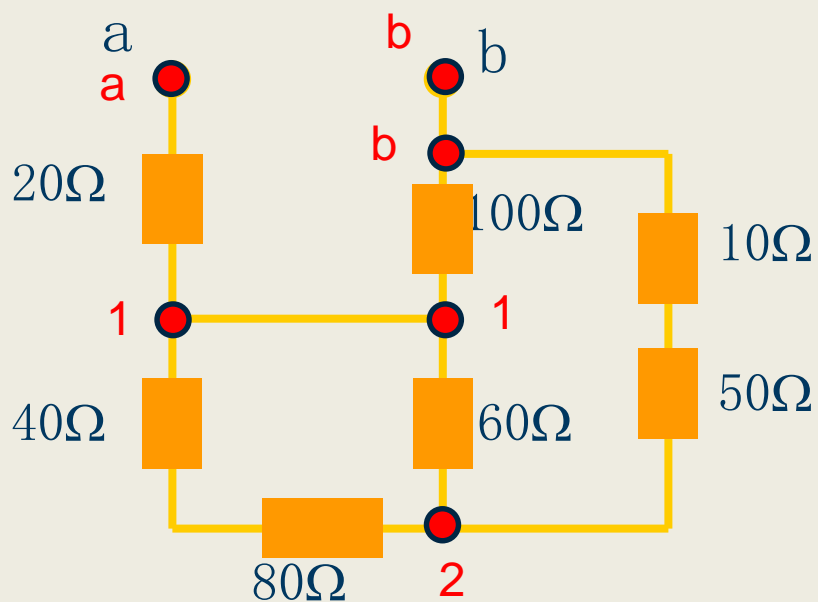


- 方法一：等电势节点分析法
- 方法二：星型、三角形转换法

重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

方法一：等电势节点分析法

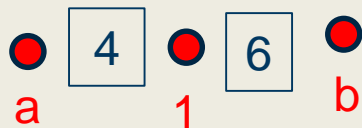
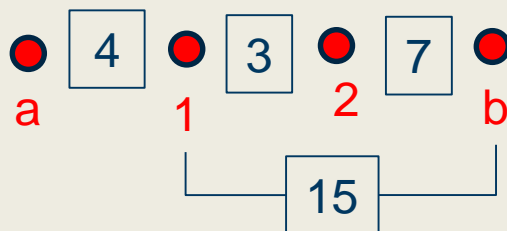
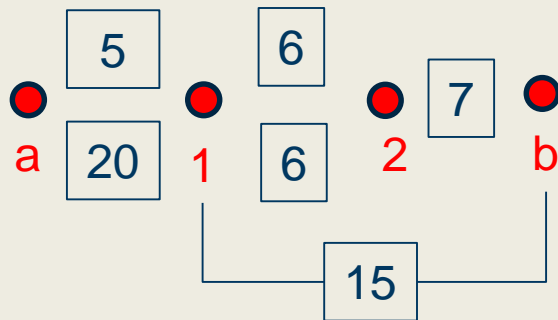
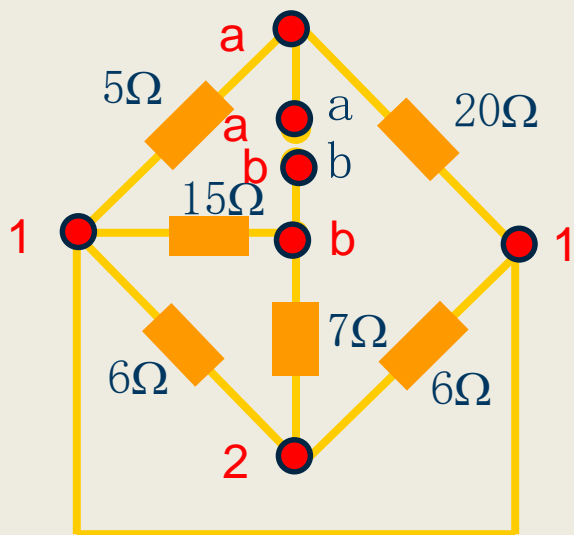
【例1】求解ab间的等效电阻



重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

方法一：等电势节点分析法

【例2】求解ab间的等效电阻

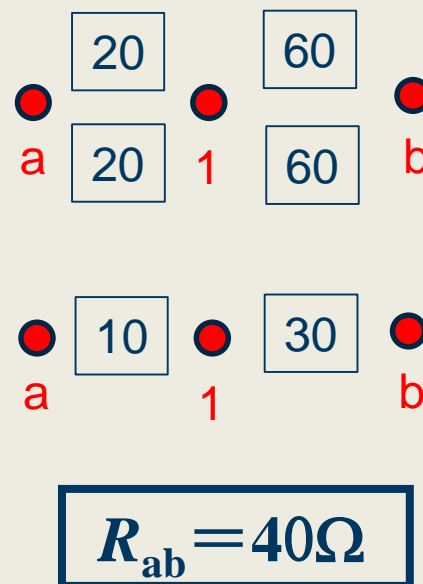
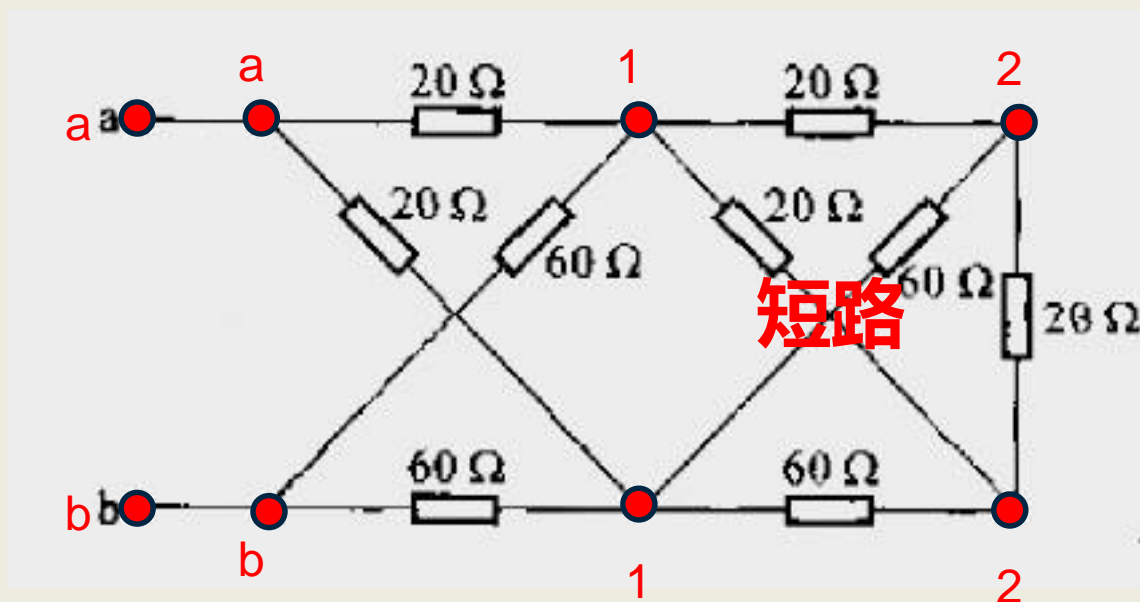


$$R_{ab} = 10\Omega$$

重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

方法一：等电势节点分析法

【例3】求解ab间的等效电阻

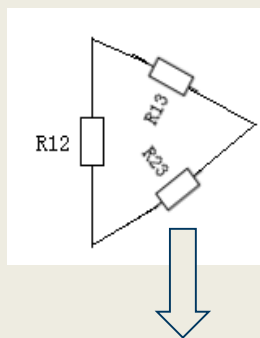
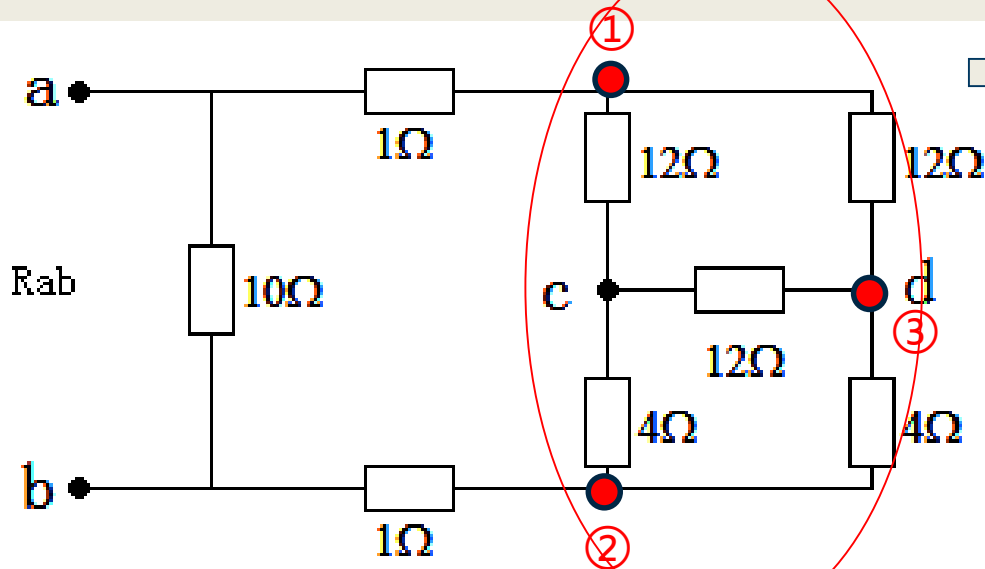


$$R_{ab} = 40\Omega$$

重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

方法二：星型、三角形转换法

【例1】求解ab间的等效电阻



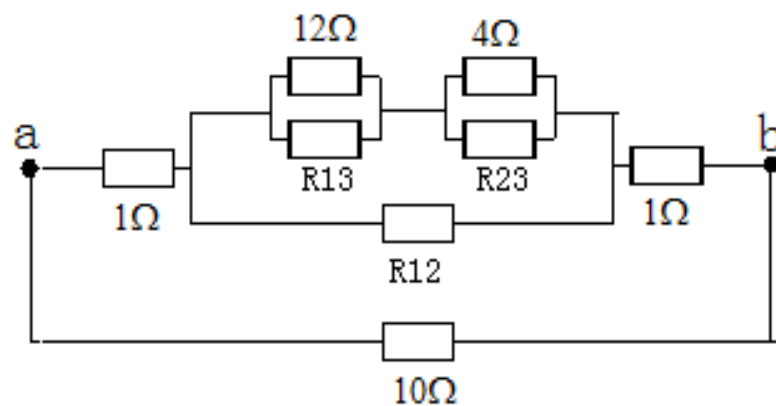
$$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_3} = 20\Omega$$

$$R_{13} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2} = 60\Omega$$

$$R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1} = 20\Omega$$

$$R'_{ab} = (1 + R_{12} \parallel (R_{13} \parallel 12 + R_{23} \parallel 4) + 1) = 10\Omega$$

$$R_{ab} = R'_{ab} \parallel 10 = 5\Omega$$

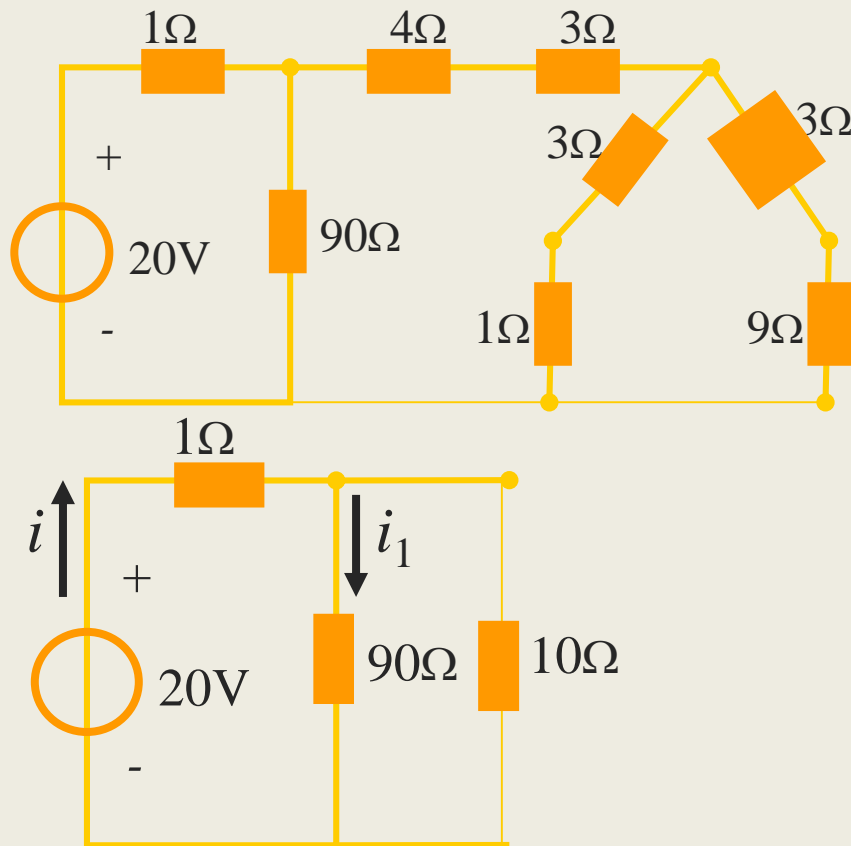
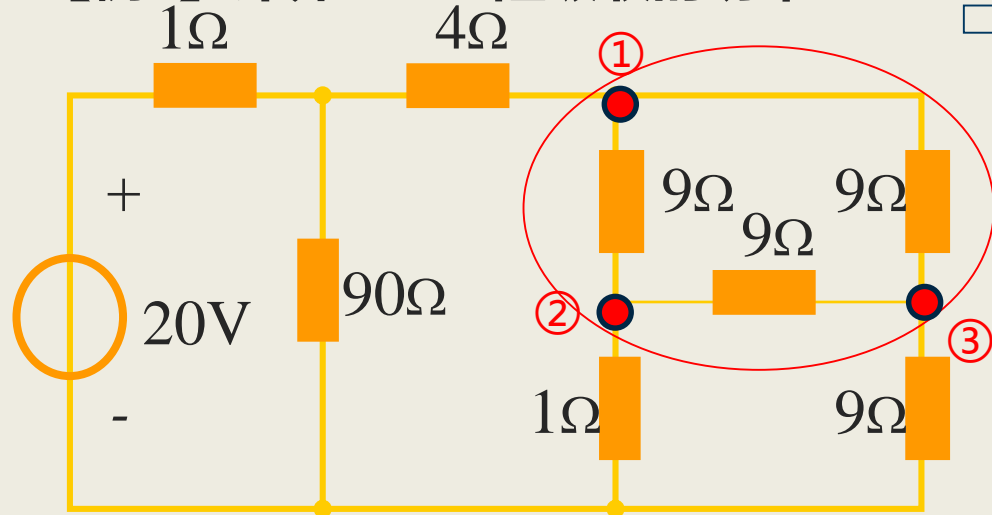


注：此题用等电势节点分析法也很简单

重点题型：求解仅含电阻的二端口网络等效电阻

方法二：星型、三角形转换法

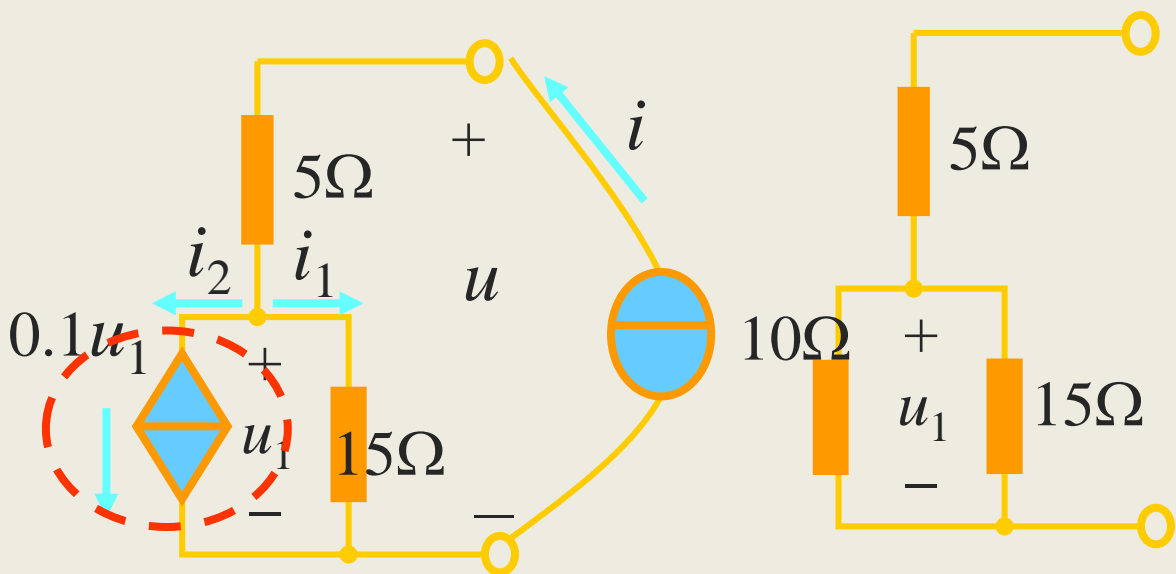
【例2】计算 90Ω 电阻吸收的功率



重点题型：输入电阻求解（含受控源电路）

方法：在端口加电压源，求得电流，或在端口加电流源，求得电压，得其比值。

【例】求输入电阻



$$u_1 = 15i_1 \quad i_2 = \frac{u_1}{10} = 1.5i_1$$

$$i = i_1 + i_2 = 2.5i_1$$

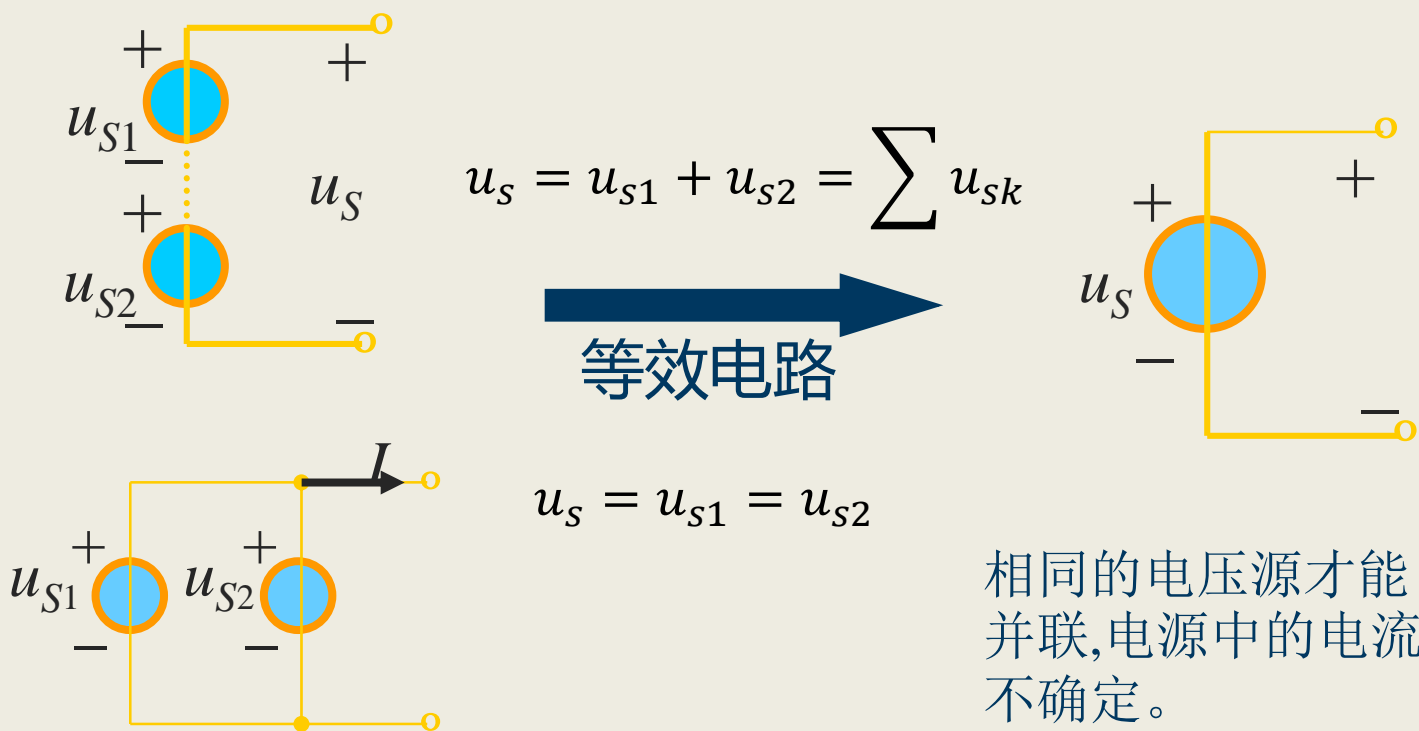
$$u = 5i + u_1 = 5 \times 2.5i_1 + 15i_1 = 27.5i_1$$

$$R_{in} = \frac{u}{i} = \frac{27.5i_1}{2.5i_1} = 11\Omega$$

$$R_{in} = 5 + \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 11\Omega$$

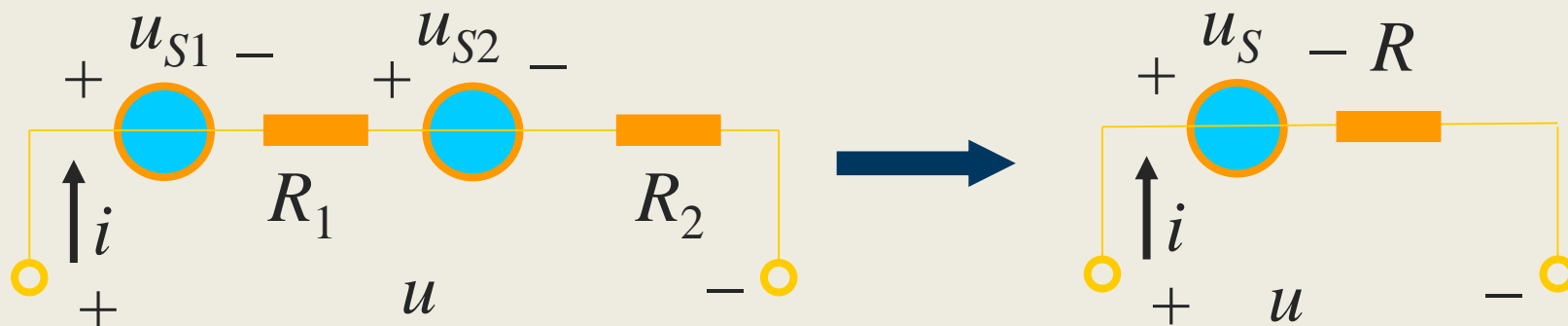
(二) 电源的等效

1、电源的串并联等效



(二) 电源的等效

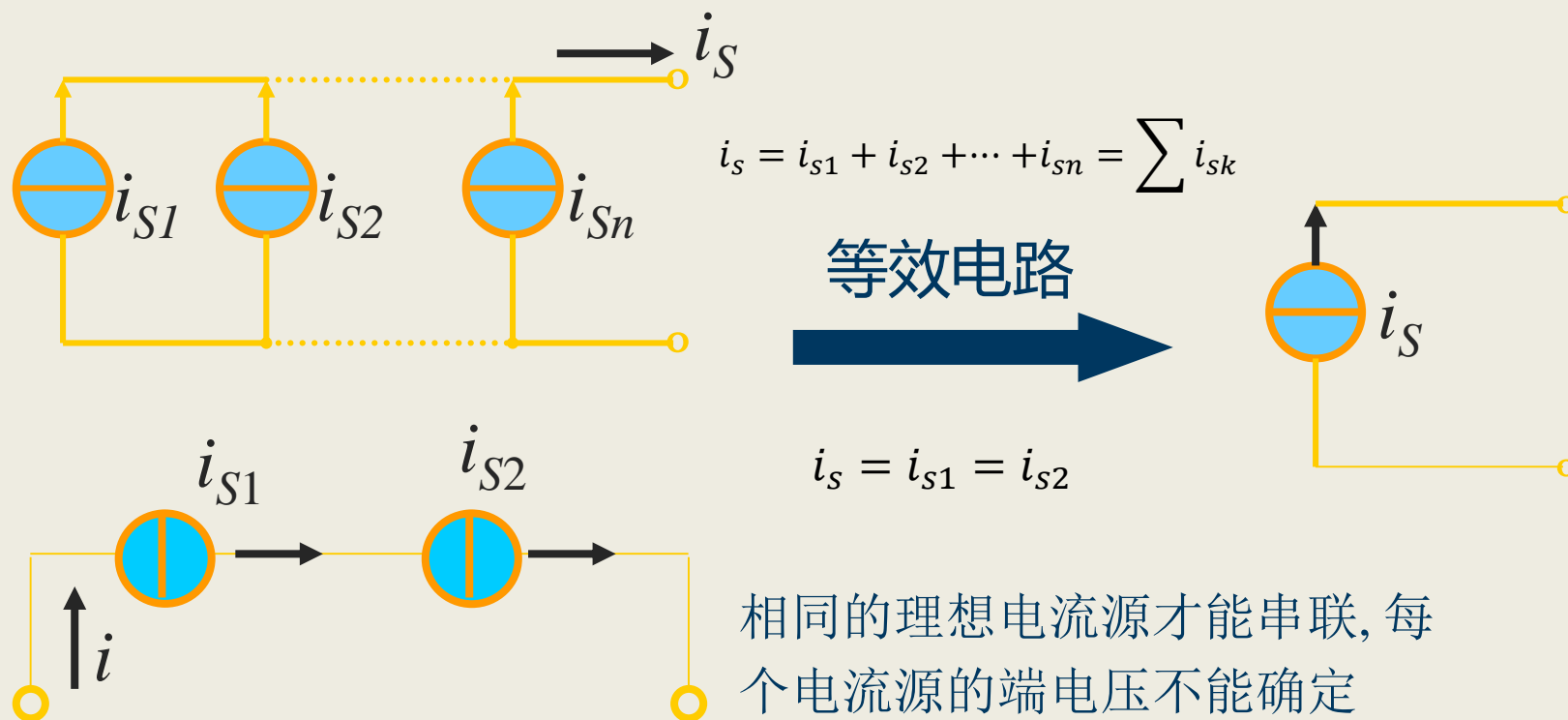
1、电源的串并联等效



$$u = u_{S1} + R_1 i + u_{S2} + R_2 i = (u_{S1} + u_{S2}) + (R_1 + R_2) i = u_S + R i$$

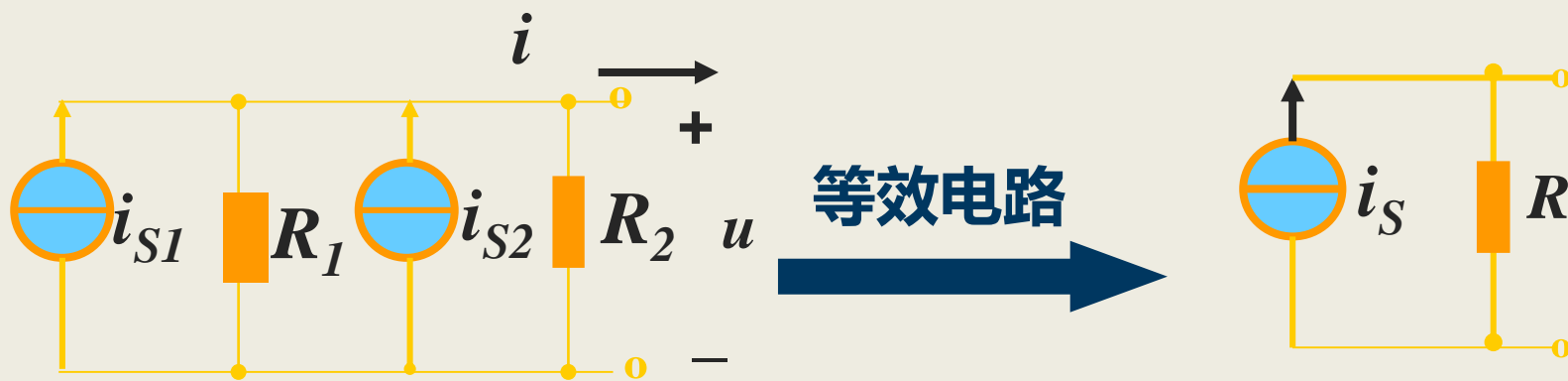
(二) 电源的等效

1、电源的串并联等效



(二) 电源的等效

1、电源的串并联等效

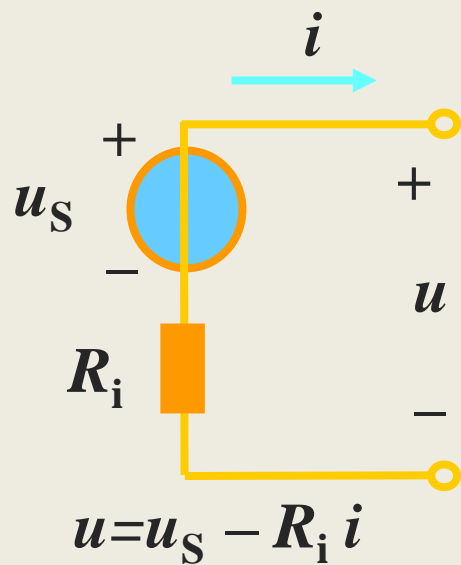


$$i = i_{s1} - u/R_1 + i_{s2} - u/R_2 = i_{s1} + i_{s2} - (1/R_1 + 1/R_2)u = i_s - u/R$$

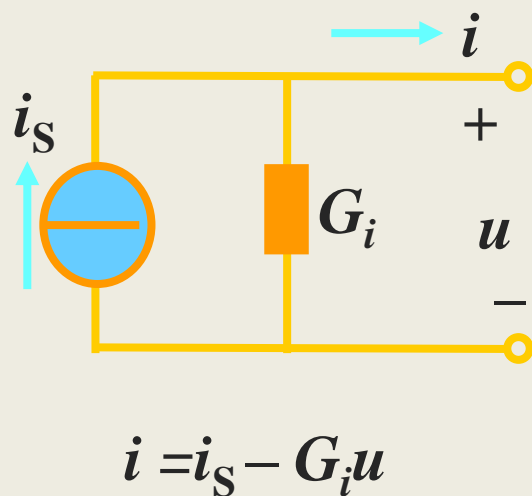
(二) 电源的等效

1、电源的串并联等效

2、实际电压源、实际电流源的等效变换



$$i = u_S / R_i - u / R_i$$



比较可得等效的条件:

$$i_S = u_S / R_i$$

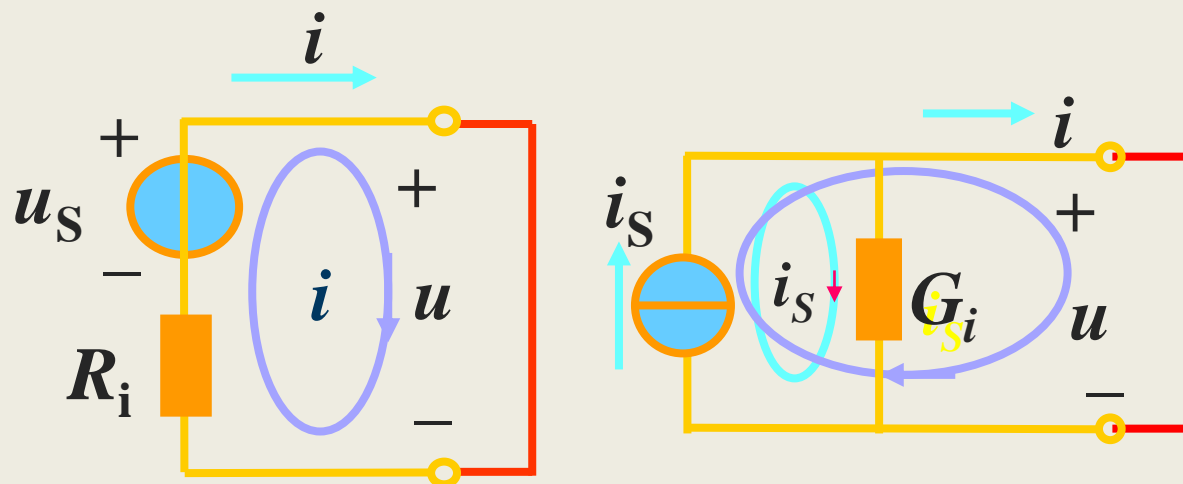
$$G_i = 1 / R_i$$

(二) 电源的等效

1、电源的串并联等效

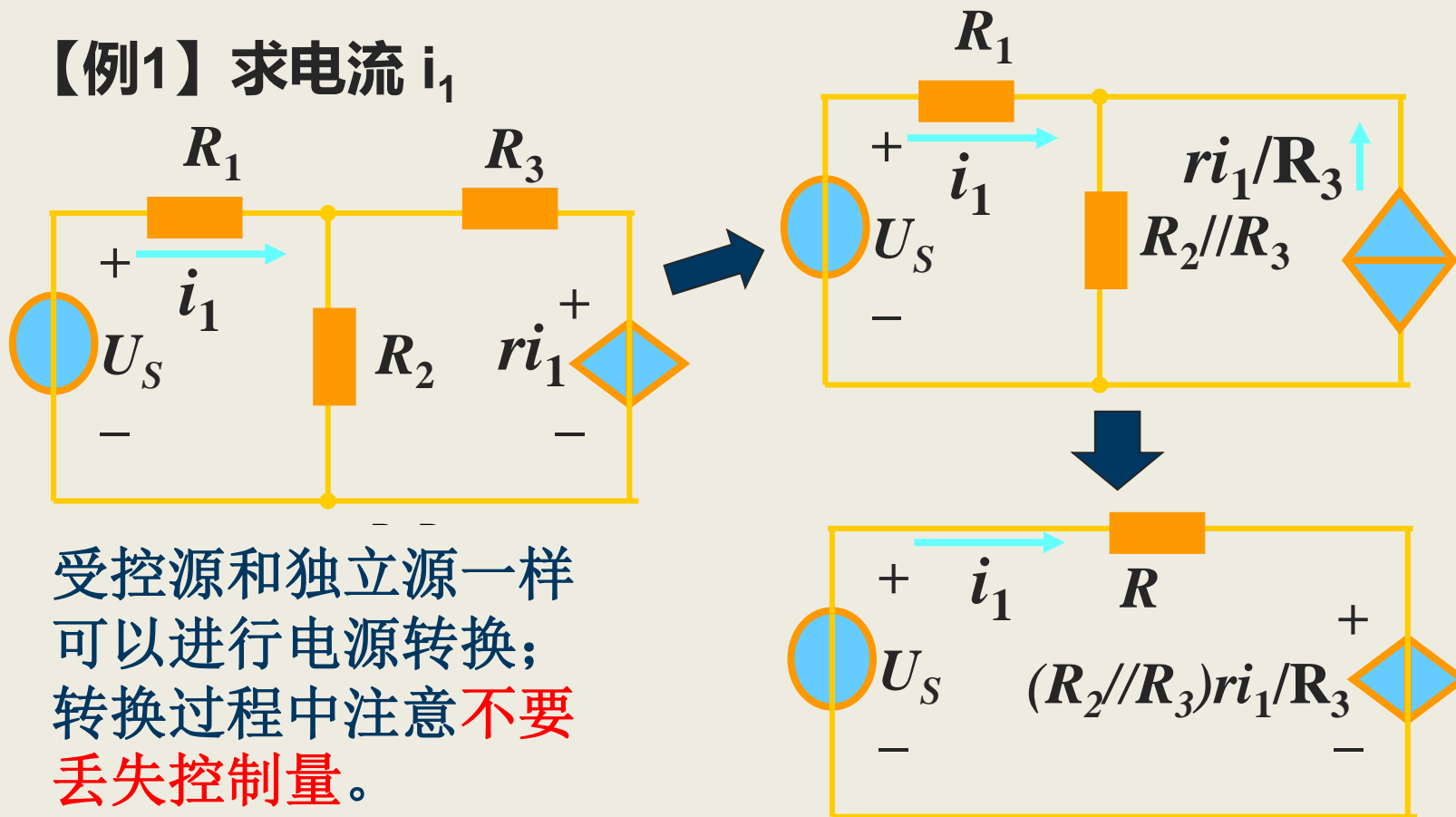
2、实际电压源、实际电流源的等效变换

注：电流源电流方向与电压源电压方向相反。



重点题型：电源转换简化电路计算

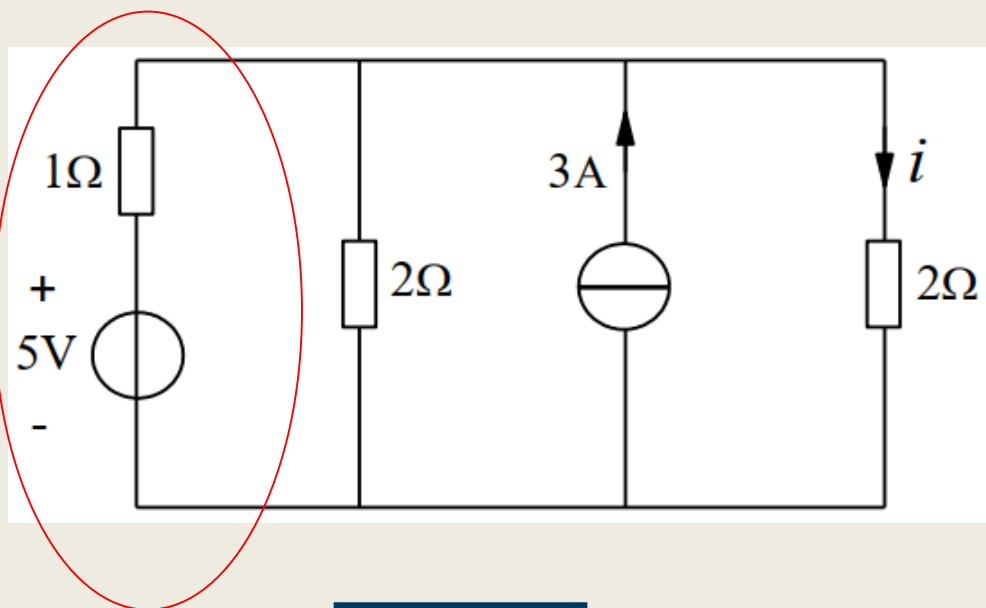
【例1】求电流 i_1



受控源和独立源一样
可以进行电源转换；
转换过程中注意**不要**
丢失控制量。

重点题型：电源转换简化电路计算

【例2】求电流 i



$$i = 2A$$

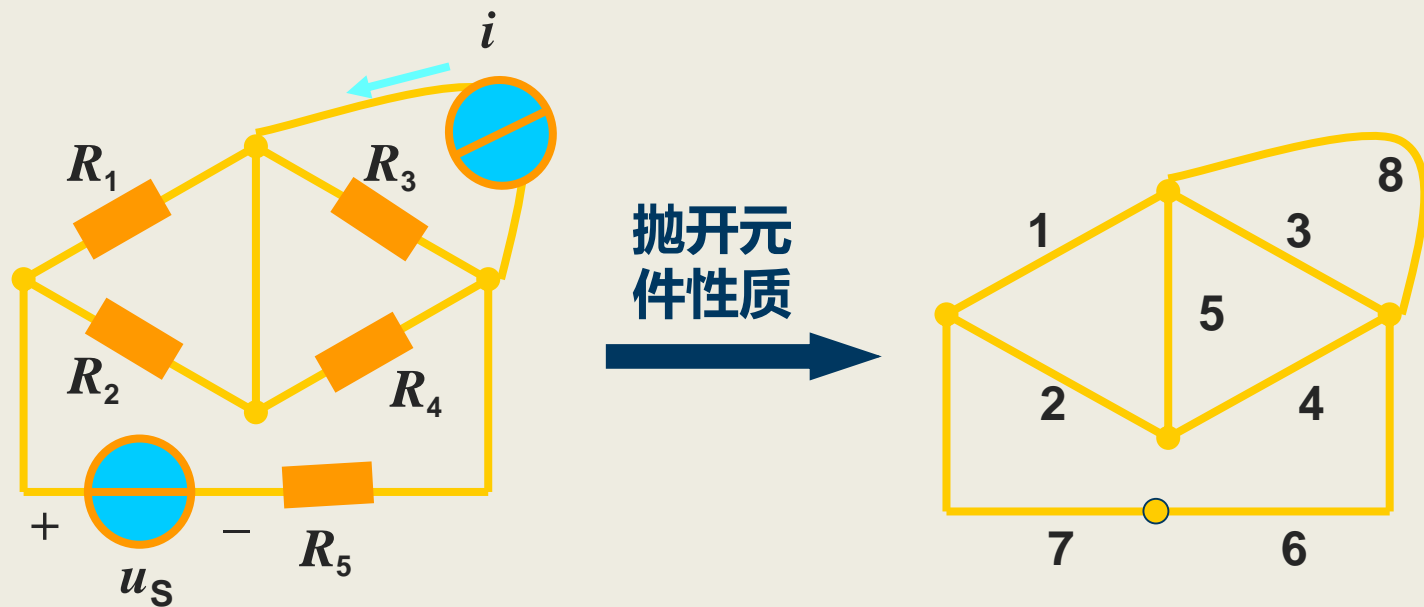


电阻电路一般分析

- 电路的图
- 回路电流法
- 支路电流法
- 节点电压法

· 电路的结构与电路的图

电路的结构模型：图

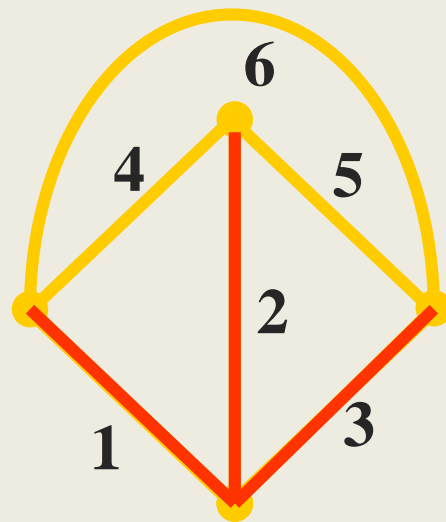


思考：若要求解全部的电压电流值，需要多少方程？

· 对于有 n 个结点、 b 个支路的电路

$$(n - 1) + b - (n - 1) = b$$

KCL
KVL



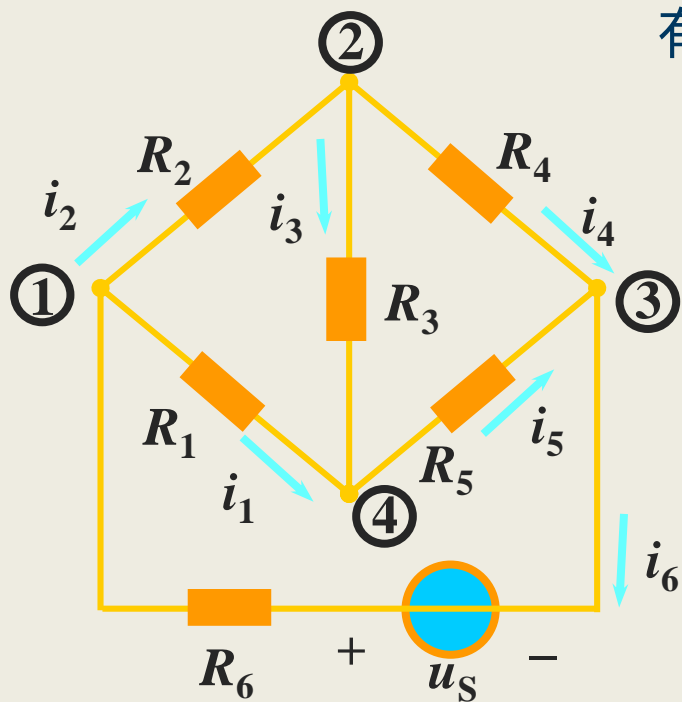
定理 电路分析必要的和充分的全部方程组：

- 1、**KCL**：基尔霍夫定律在独立节点的电流方程
- 2、**KVL**：基尔霍夫定律在独立回路的电压方程
- 3、**VCR**：每个元件的伏安关系方程

(一) 支路电流法

- 未知量：各支路电流
- 方程列写：
 - (1) 标定各支路电流（电压）的参考方向；
 - (2) 从电路的 n 个结点中任意选择 $n-1$ 个结点列写KCL方程；
 - (3) 选择基本回路列写 $b-(n-1)$ 个KVL方程 (元件特性代入)。
- 特点：方程列写方便、直观，但方程数较多。

(一) 支路电流法



有6个支路电流，需列写6个方程。KCL方程：

$$i_1 + i_2 - i_6 = 0$$

$$-i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$-i_4 - i_5 + i_6 = 0$$

取网孔为基本回路，沿顺时针方向绕行列KVL写方程：

$$u_2 + u_3 - u_1 = 0$$

$$u_4 - u_5 - u_3 = 0$$

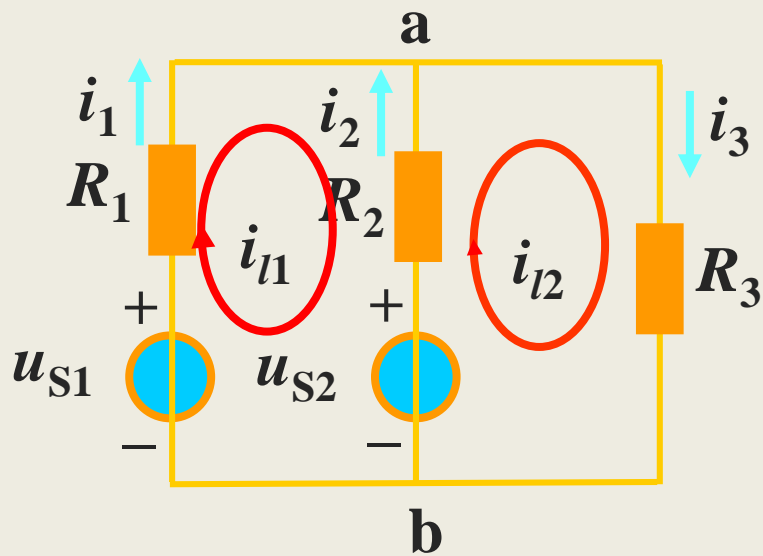
$$u_1 + u_5 + u_6 = u_S$$

结合元件特性消去支路电压得：

$$R_2 i_2 + R_3 i_3 - R_1 i_1 = 0 \quad R_4 i_4 - R_5 i_5 - R_3 i_3 = 0 \quad R_1 i_1 + R_5 i_5 + R_6 i_6 = u_S$$

(二) 回路电流法

- 未知量：基本回路中的回路电流
- 基本思想：为减少未知量(方程)的个数，假想每个回路中有一个回路电流，各支路电流可用回路电流的线性组合表示。



独立回路为2。选图示的两个独立回路，支路电流可表示为：

$$i_1 = i_{l1}$$

$$i_3 = i_{l2}$$

$$i_2 = i_{l2} - i_{l1}$$

(二) 回路电流法

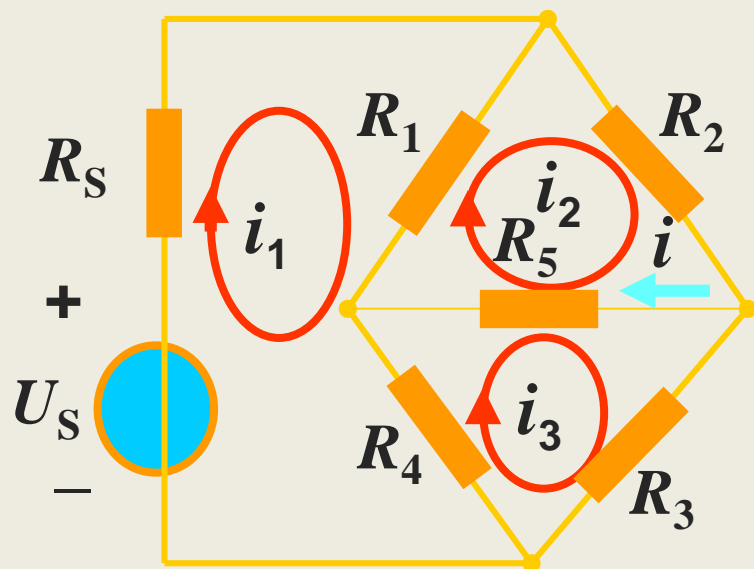
· **方程列写**：回路电流在独立回路中是闭合的，对每个相关节点均流进一次，流出一次，所以KCL自动满足。因此回路电流法是**对独立回路列写KVL方程**。

- (1) 选定 $l=b-(n-1)$ 个独立回路，并**确定其绕行方向**；
- (2) 对 l 个独立回路，以回路电流为未知量，列写其KVL方程；
- (3) 求解上述方程，得到 l 个回路电流；
- (4) 求各支路电流(用回路电流表示)；

重点题型：回路电流法分析电路

1、一般情况

【例】用回路电流法求解电流 i



$$(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - R_4i_3 = U_S$$

$$-R_1i_1 + (R_1 + R_2 + R_5)i_2 - R_5i_3 = 0$$

$$-R_4i_1 - R_5i_2 + (R_3 + R_4 + R_5)i_3 = 0$$

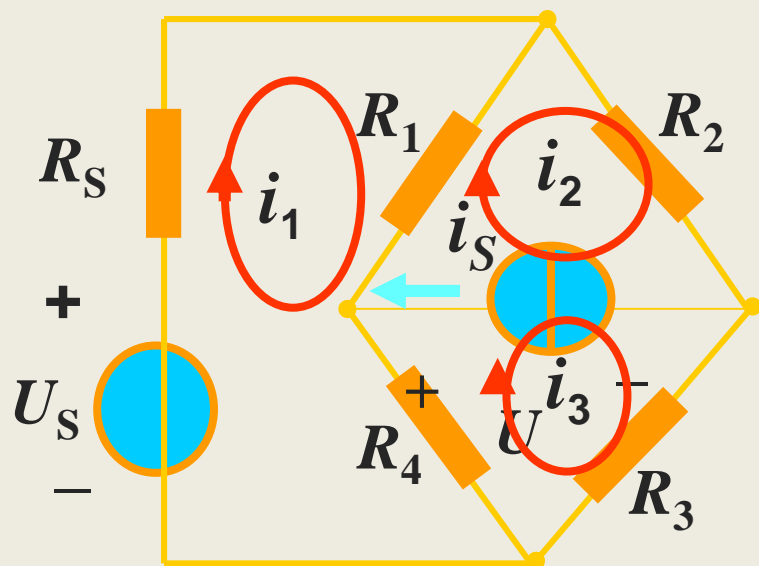
$$i = i_2 - i_3$$

重点题型：回路电流法分析电路

2、含无伴电流源支路

· 方法：增补方程、巧取回路、等效变换

【例】列写回路电流方程



方法一：增补方程法

$$(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - R_4i_3 = U_S$$

$$-R_1i_1 + (R_1 + R_2)i_2 = U$$

$$-R_4i_1 + (R_3 + R_4)i_3 = -U$$

电流源看作电
压源列方程

增补方程

$$i_S = i_2 - i_3$$

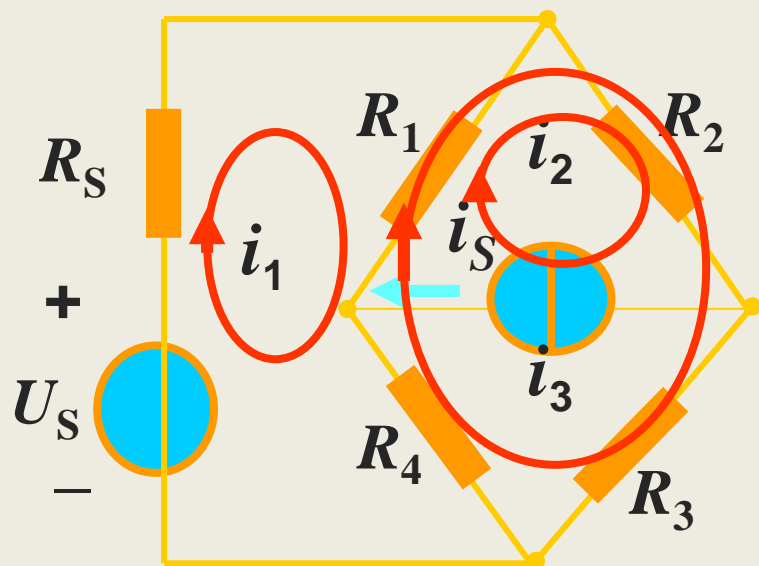
重点题型：回路电流法分析电路

2、含无伴电流源支路

方法：增补方程、巧取回路、等效变换

【例】列写回路电流方程

方法二：巧取回路法



$$(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - (R_1 + R_4)i_3 = U_S$$

$$i_2 = i_S$$

为已知电流，实际减少了一方程

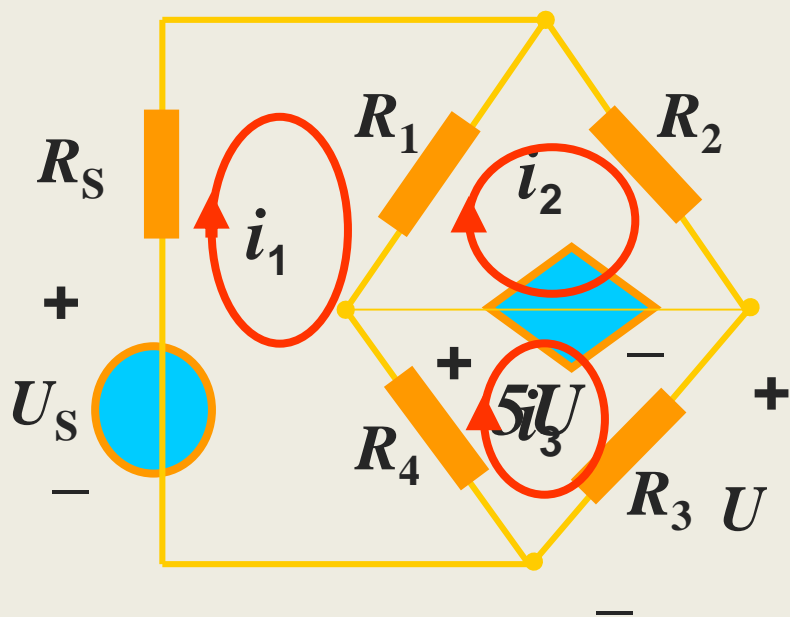
$$-(R_1 + R_4)i_1 + (R_1 + R_2)i_2 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)i_3 = 0$$

重点题型：回路电流法分析电路

3、受控电源支路

方法：增补方程

【例】列写回路电流方程



$$(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - R_4i_3 = U_S$$

$$-R_1i_1 + (R_1 + R_2)i_2 = 5U$$

$$-R_4i_1 + (R_3 + R_4)i_3 = -5U$$

受控电压源看作独立电压源列方程

增补方程

$$U = R_3i_3$$

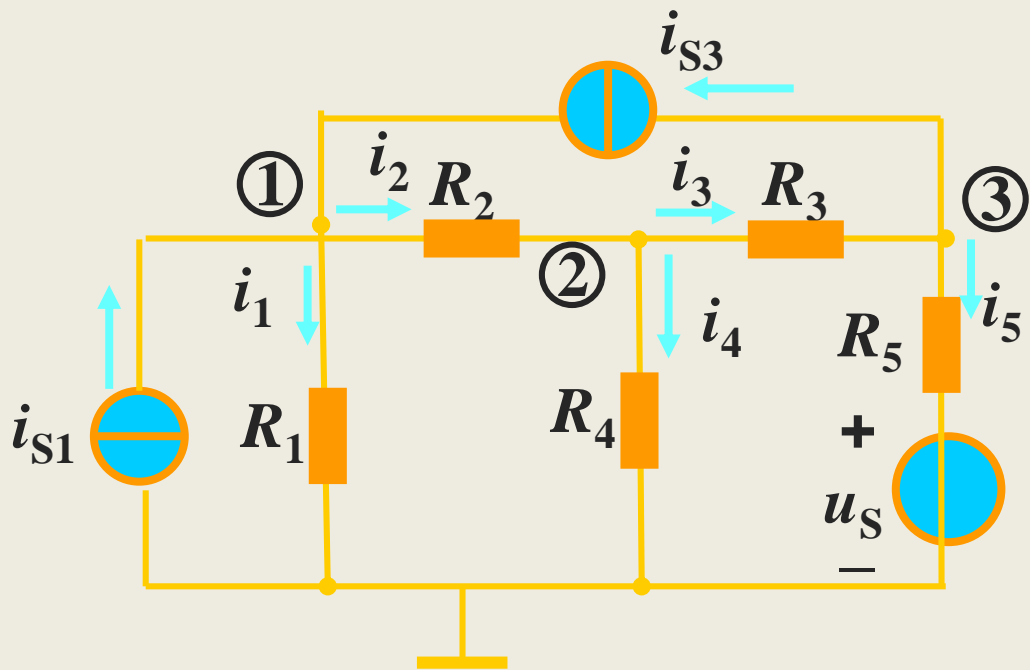
(三) 结点电压法

- 未知量：各结点电压
- 基本思想：选结点电压为未知量，则KVL自动满足，就无需列写KVL方程。各支路电流、电压可视为结点电压的线性组合，求出结点电压后，便可方便地得到各支路电压、电流。
- 方程列写：结点上的KCL方程
 - (1) 选定参考结点，标定 $n-1$ 个独立结点；
 - (2) 对 $n-1$ 个独立结点，以结点电压为未知量，列写其KCL方程；
 - (3) 求解上述方程，得到 $n-1$ 个结点电压；
 - (4) 求各支路电流(用结点电压表示)。

重点题型：结点电压法分析电路

1、一般情况

【例】列写电路的结点电压方程



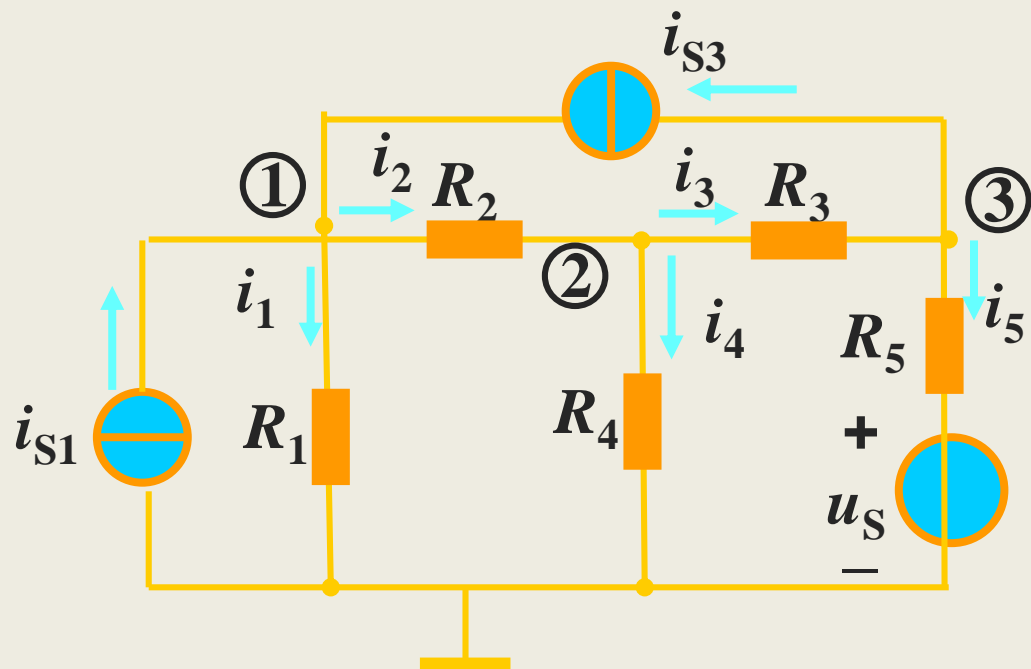
$$\begin{cases} i_1 + i_2 = i_{S1} + i_{S2} \\ -i_2 + i_4 + i_3 = 0 \\ -i_3 + i_5 = -i_{S2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{u_{n1}}{R_1} + \frac{u_{n1} - u_{n2}}{R_2} = i_{S1} + i_{S2} \\ -\frac{u_{n1} - u_{n2}}{R_2} + \frac{u_{n2} - u_{n3}}{R_3} + \frac{u_{n2}}{R_4} = 0 \\ -\frac{u_{n2} - u_{n3}}{R_3} + \frac{u_{n3} - u_S}{R_5} = -i_{S2} \end{cases}$$

重点题型：结点电压法分析电路

1、一般情况

【例】列写电路的结点电压方程



整理，得：

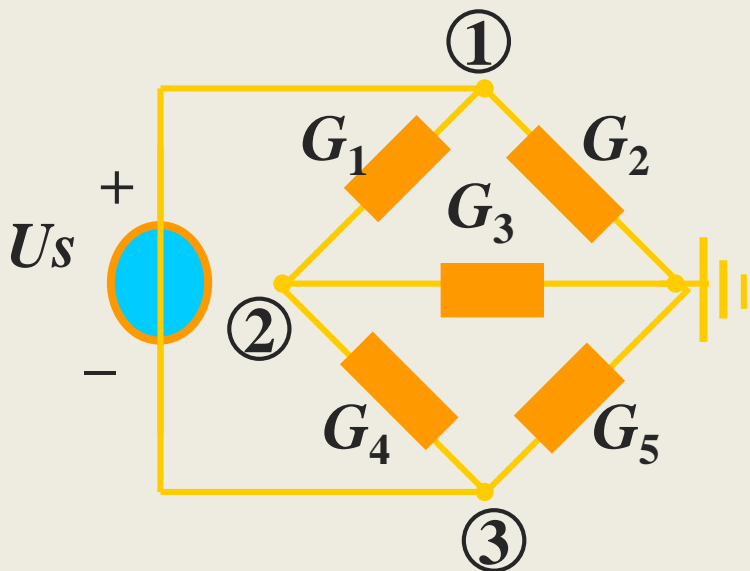
$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) u_{n1} - \left(\frac{1}{R_2}\right) u_{n2} = i_{S1} + i_{S2} \\ -\frac{1}{R_2} u_{n1} + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right) u_{n2} - \frac{1}{R_3} u_{n3} = 0 \\ -\left(\frac{1}{R_3}\right) u_{n2} + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5}\right) u_{n3} = -i_{S2} + \frac{u_S}{R_5} \end{array} \right.$$

重点题型：结点电压法分析电路

2、含无伴电压源支路

· 方法：增补方程、巧选参考点、等效变换

【例】列写结点电压方程



方法一：增补方程法

$$\begin{cases} (G_1 + G_2)U_1 - G_1U_2 = I \\ -G_1U_1 + (G_1 + G_3 + G_4)U_2 - G_4U_3 = 0 \\ -G_4U_2 + (G_4 + G_5)U_3 = -I \end{cases}$$

增补方程

$$U_1 - U_3 = U_s$$

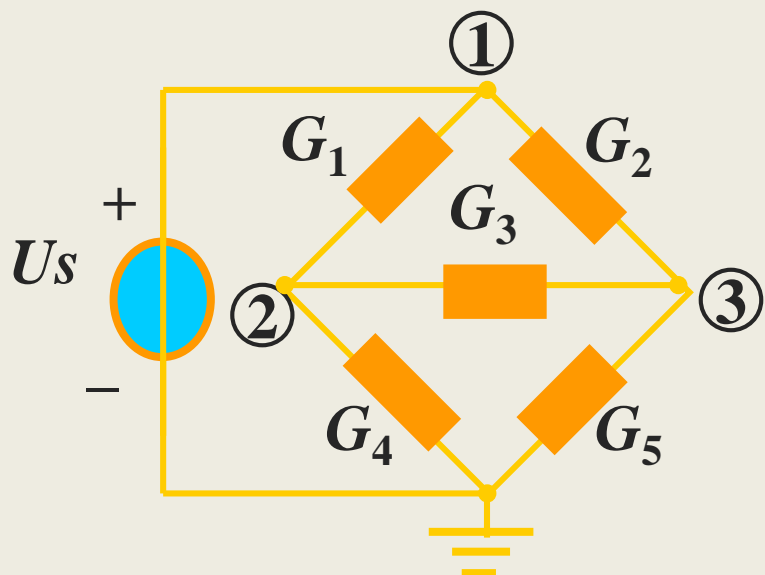
重点题型：结点电压法分析电路

2、含无伴电压源支路

· 方法：增补方程、巧选参考点、等效变换

【例】列写结点电压方程

方法二：巧选参考点



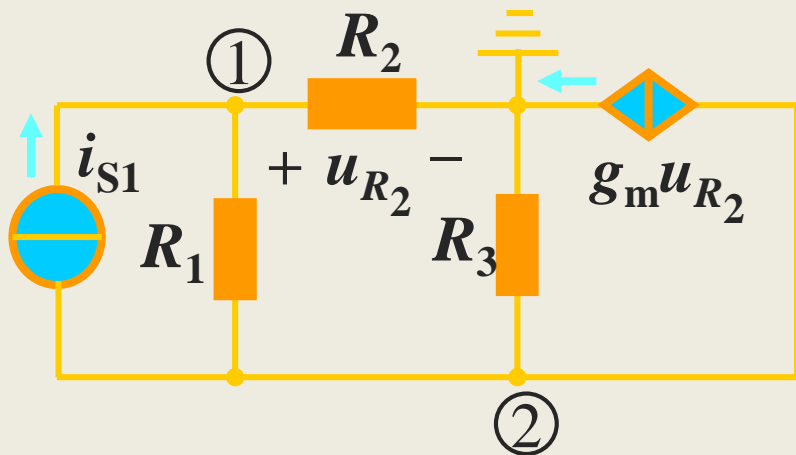
$$\begin{cases} U_1 = U_s \\ -G_1 U_1 + (G_1 + G_3 + G_4) U_2 - G_3 U_3 = 0 \\ -G_2 U_1 - G_3 U_2 + (G_2 + G_3 + G_5) U_3 = 0 \end{cases}$$

重点题型：结点电压法分析电路

3、受控电源支路

方法：增补方程

【例】列写结点电压方程



(1) 把受控源作独立源列方程

$$\begin{cases} (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})u_{n1} - \frac{1}{R_1}u_{n2} = i_{S1} \\ -\frac{1}{R_1}u_{n1} + (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3})u_{n2} = -g_m u_{R2} - i_{S1} \end{cases}$$

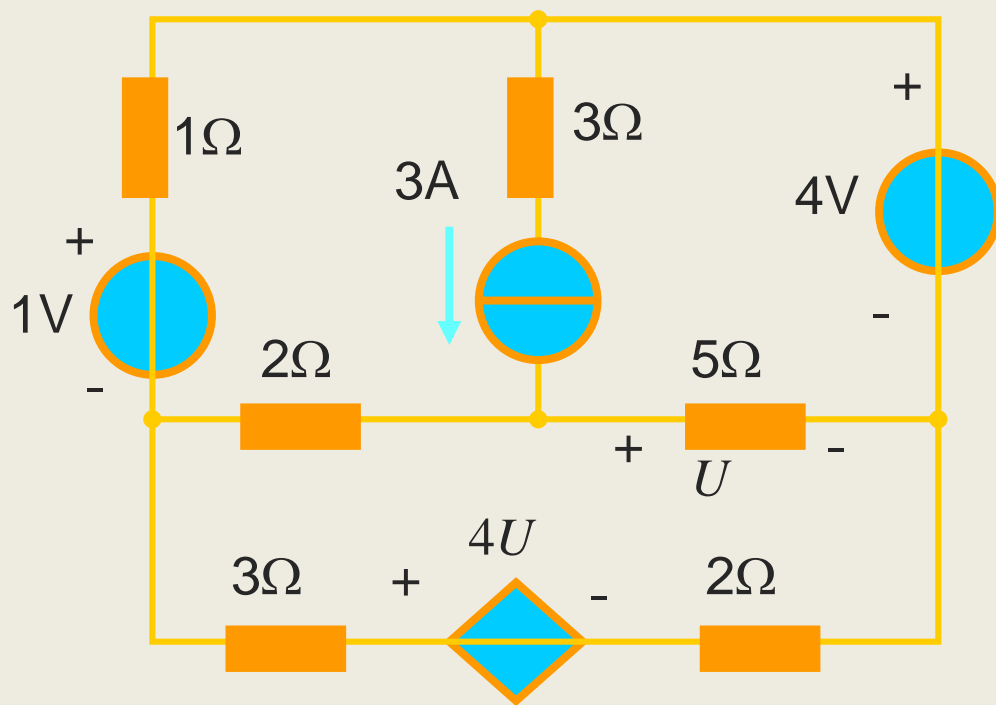
(2) 用结点电压表示控制量

$$u_{R2} = u_{n1}$$

重点题型：结点电压法分析电路

4、电流源串联电阻——不参与列方程

【例】列写结点电压方程



$$u_{n1} = 4V$$

$$-u_{n1} + (1 + 0.5 + \frac{1}{3 + 2})u_{n2} - 0.5u_{n3} = -1 + \frac{4U}{5}$$

$$-0.5u_{n2} + (0.5 + 0.2)u_{n3} = 3A$$

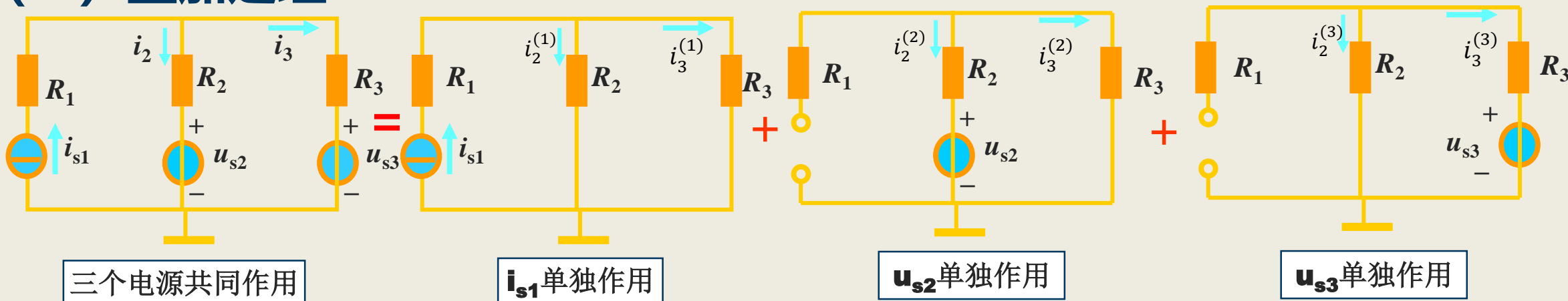
$$U = U_{n3}$$



电路定律

- 叠加定理
- 替代定理
- 戴维宁/诺顿定理
- 最大功率传输定理

(一) 叠加定理

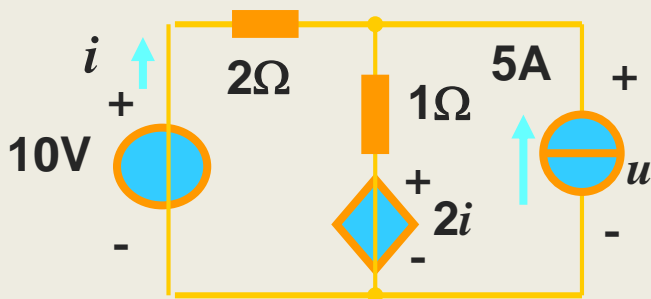


1. 叠加定理只适用于线性电路。
2. 一个电源作用，其余电源为零 (电流源为零——开路; 电压源为零——短路)
3. 功率不能叠加 (功率为电压和电流的乘积，为电源的二次函数)。
4. u, i 叠加时要注意各分量的参考方向。
5. 含受控源(线性)电路亦可用叠加，但叠加只适用于独立源，受控源应始终保留。

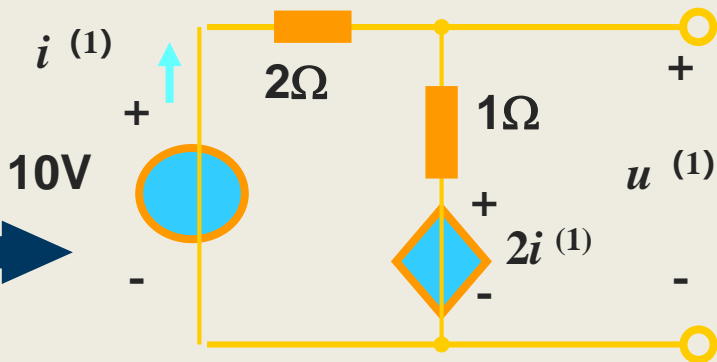
重点题型：叠加定理的应用

1、求解电压电流值

【例】计算电压 u 、电流 i



画出分
电路图



10V电源作用:

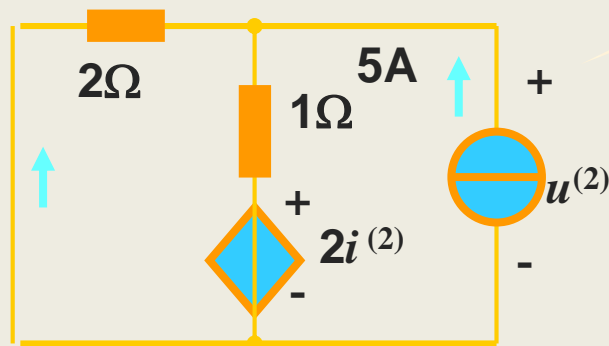
$$i^{(1)} = (10 - 2i^{(1)}) / (2 + 1) \quad i^{(1)} = 2A$$

$$u^{(1)} = 1 \times i^{(1)} + 2i^{(1)} = 3i^{(1)} = 6V$$

5A电源作用: $2i^{(2)} + 1 \times (5 + i^{(2)}) + 2i^{(2)} = 0 \quad i^{(2)} = -1A$

$$u^{(2)} = -2i^{(2)} = -2 \times (-1) = 2V$$

$$u = 6 + 2 = 8V \quad i = 2 + (-1) = 1A$$



重点题型：叠加定理的应用

2、分析激励与响应的关系

【例】

封装好的电路如图，已知下列实验数据：

当 $u_S = 1V$ ， $i_S = 1A$ 时，

响应 $i = 2A$

当 $u_S = -1V$ ， $i_S = 2A$ 时，

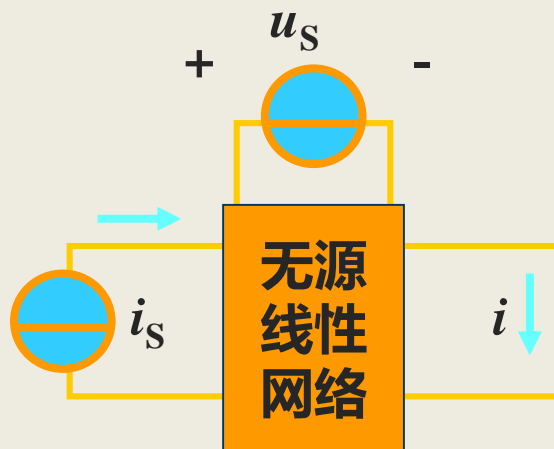
响应 $i = 1A$

求 $u_S = -3V$ ， $i_S = 5A$ 时，响应 $i = ?$

根据叠加定理，有：
$$i = k_1 i_S + k_2 u_S$$

代入实验数据，得：
$$\begin{cases} k_1 + k_2 = 2 \\ 2k_1 - k_2 = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} k_1 = 1 \\ k_2 = 1 \end{cases}$$

$$i = u_S + i_S = -3 + 5 = 2A$$



重点题型：叠加定理的应用

3、“倒推法”分析梯形电路

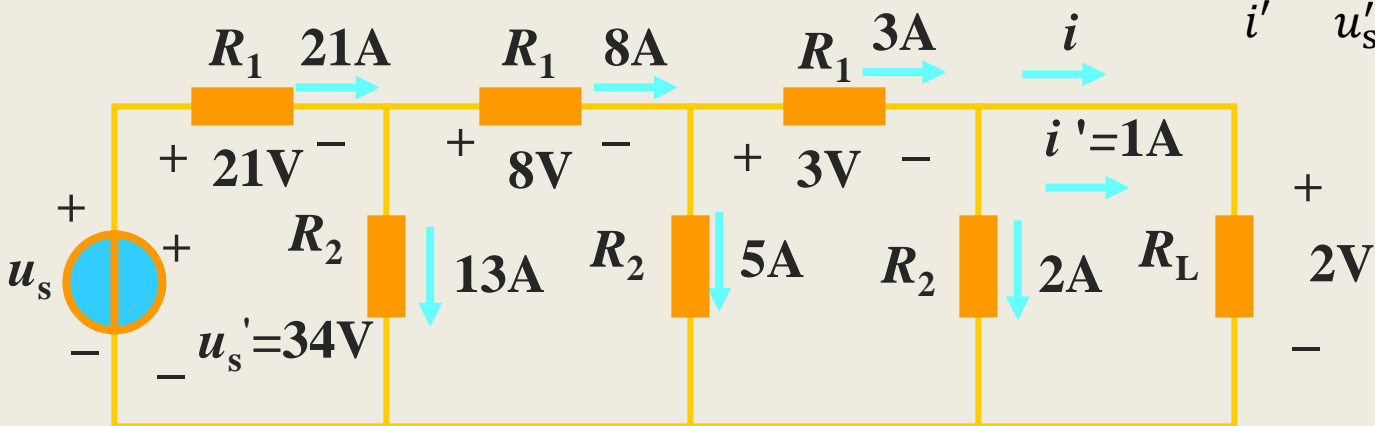
推论——齐次定理：线性电路中，所有激励(独立源)都增大(或减小)同样的倍数，则电路中响应(电压或电流)也增大(或减小)同样的倍数。

【例】求电流 i

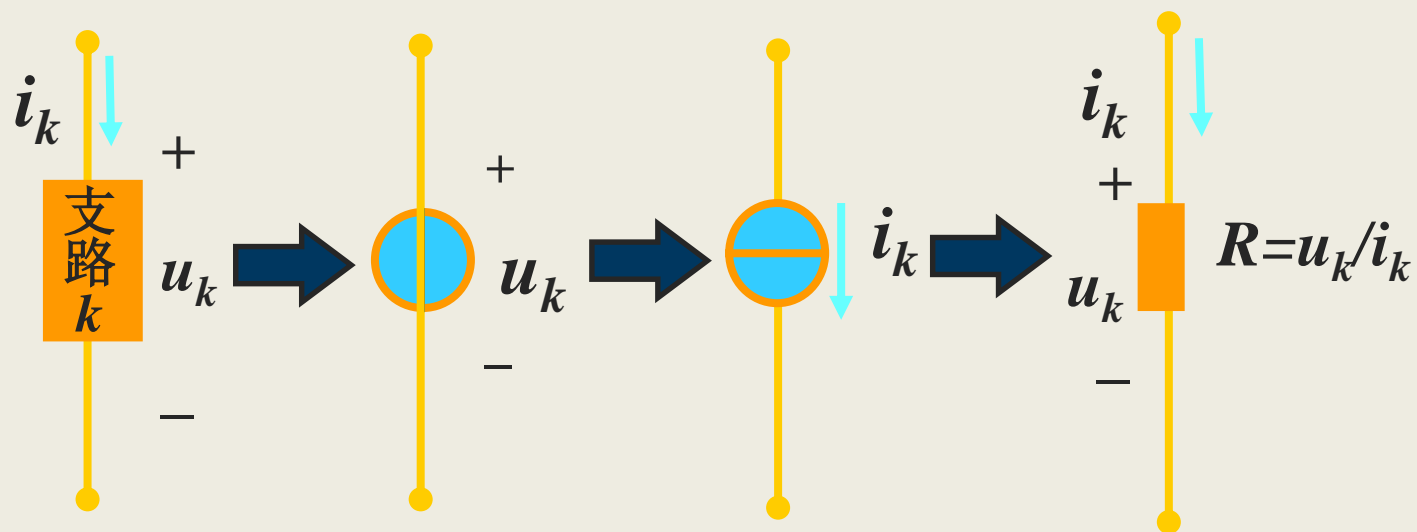
$$R_L = 2\Omega \quad R_1 = 1\Omega \quad R_2 = 1\Omega \quad u_s = 51V$$

设 $i' = 1A$ 。

$$\frac{i}{i'} = \frac{u_s}{u'_s} \quad \text{即} \quad i = \frac{u_s}{u'_s} i' = \frac{51}{34} \times 1 = 1.5A$$

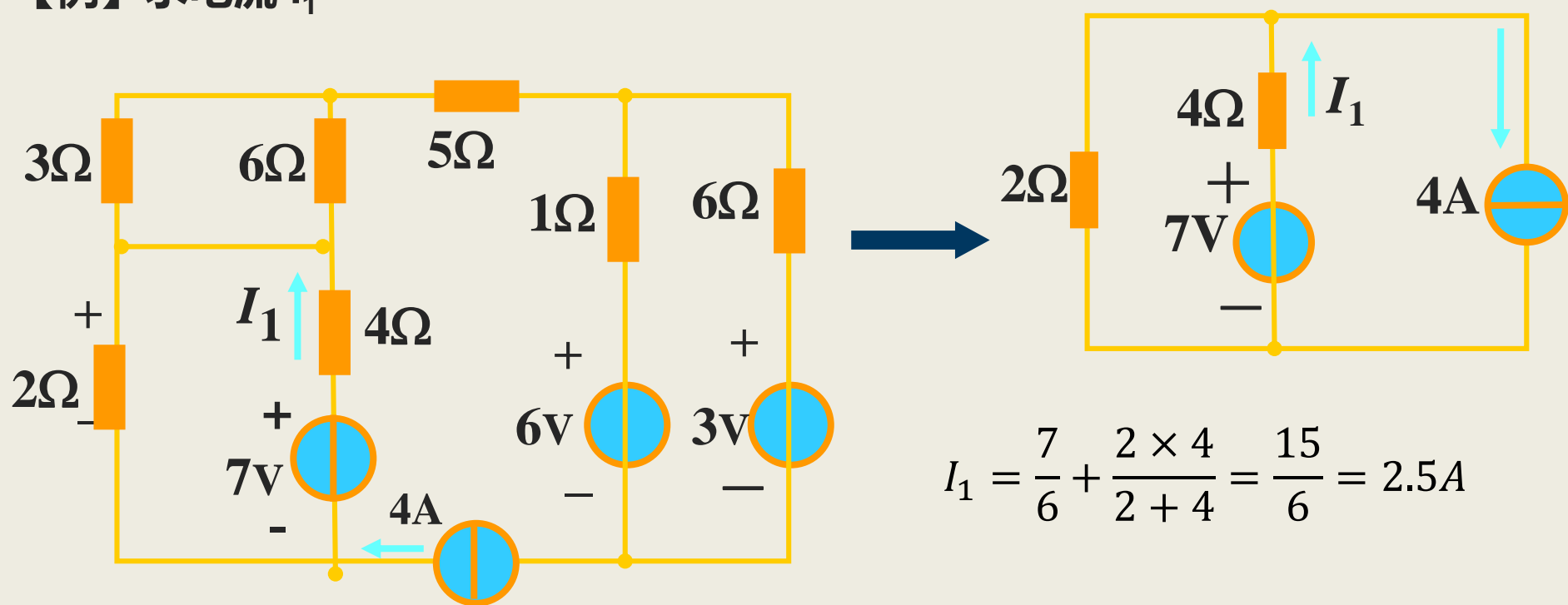


(二) 替代定理



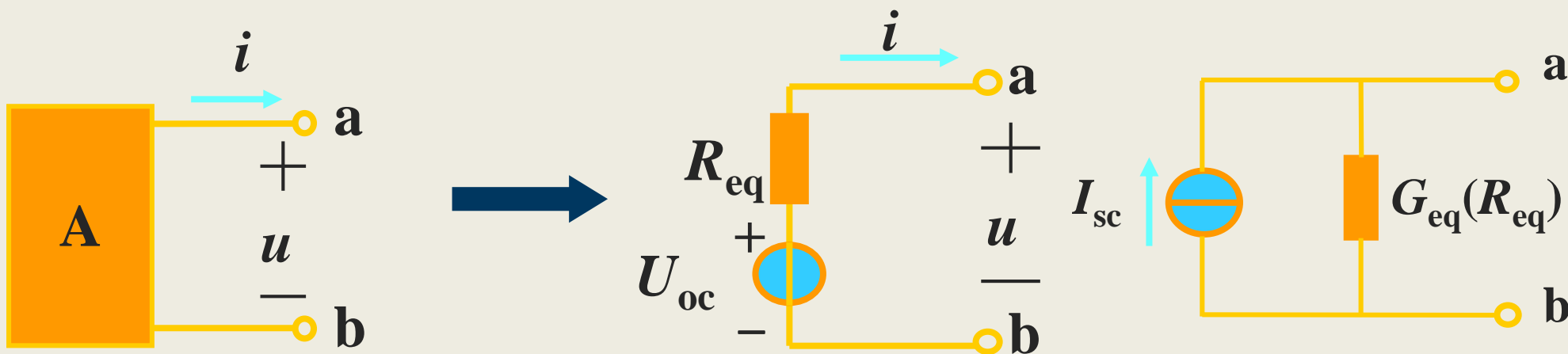
(二) 替代定理

【例】求电流 i_1



(三) 戴维宁/诺顿定理

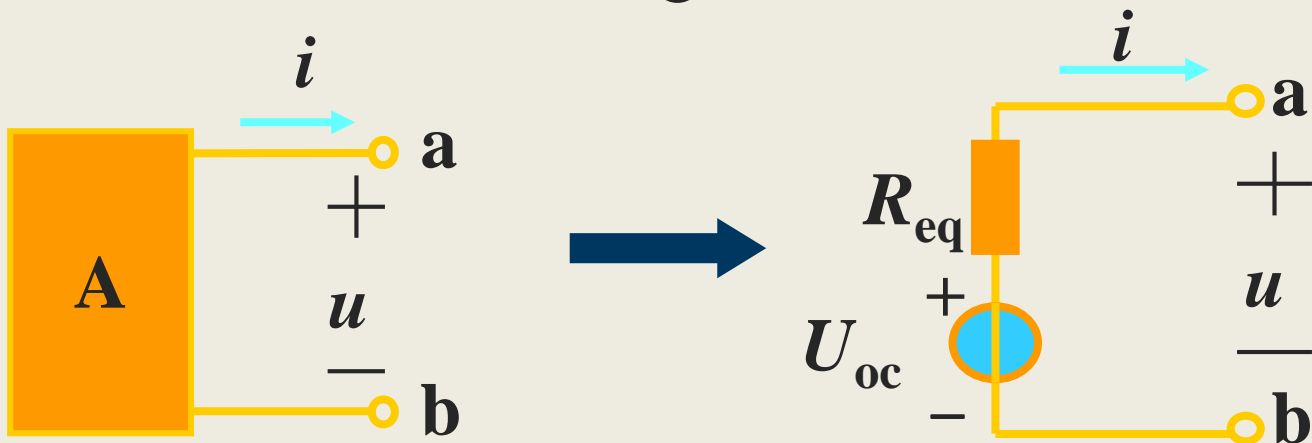
戴维宁定理：电压源的电压等于外电路断开时端口处的开路电压 U_{oc} ，而电阻等于端口的输入电阻（或等效电阻 R_{eq} ）。



· 重点题型：将一端口网络化为戴维宁等效电路

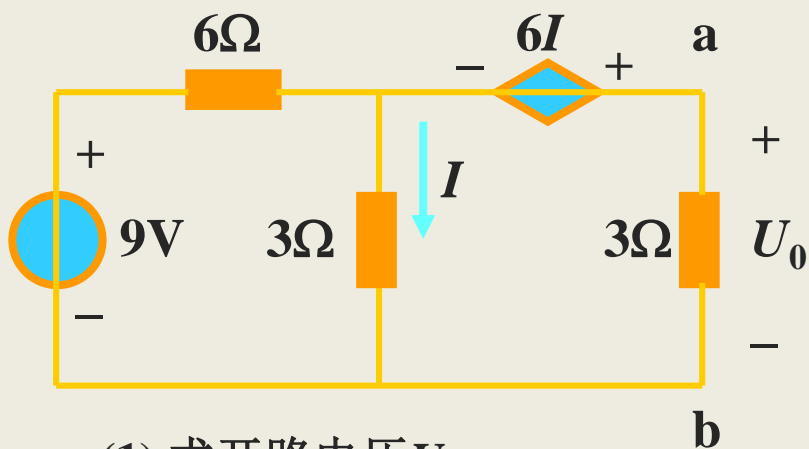
求解**开路电压** u_{oc} —— ① 确定开路电压位置；
② 根据开路条件化简电路；
③ 分析求解（综合前面所讲的分析方法）。

求解**输入电阻** 1、不含受控源：**独立电源全部置零**，求解等效电阻
2、含受控源：① 方法一：**独立电源置零**，加压求流
② 方法一：**独立电源保留**，开路电压、短路电流



重点题型：将一端口网络化为戴维宁等效电路

【例1】求 $U_{3\Omega}$ 。



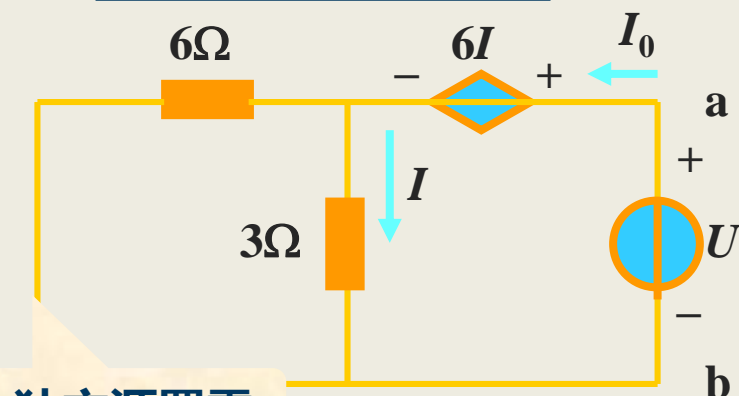
(1) 求开路电压 U_{oc}

$$U_{oc} = 6I + 3I$$

$$I = 9/9 = 1A \Rightarrow U_{oc} = 9V$$

(2) 求等效电阻 R_{eq}

方法1：加压求流



独立源置零

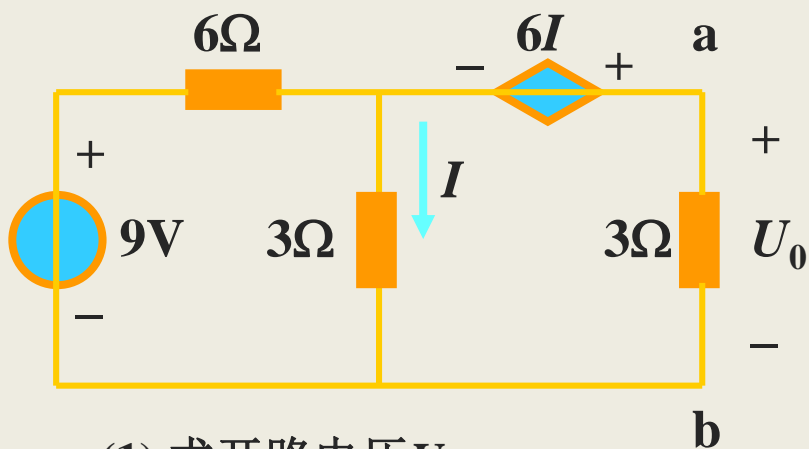
$$U = 6I + 3I = 9I$$

$$I_0 = (3/2)I \Rightarrow U = 9 \times (2/3)I_0 = 6I_0$$

$$R_{eq} = U / I_0 = 6 \Omega$$

重点题型：将一端口网络化为戴维宁等效电路

【例1】求 $U_{3\Omega}$ 。



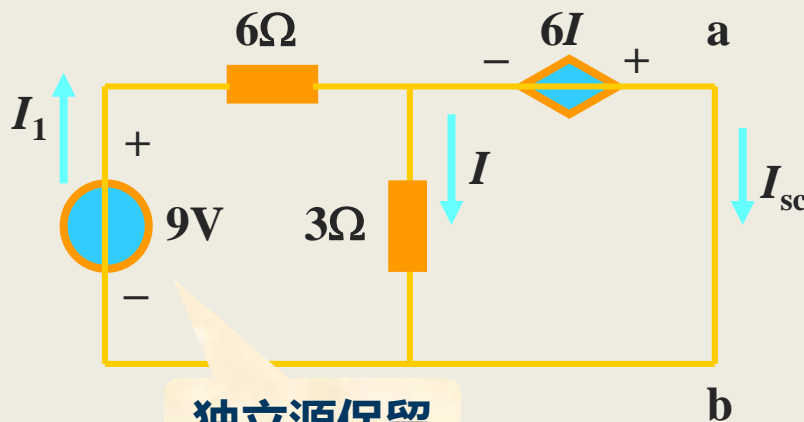
(1) 求开路电压 U_{oc}

$$U_{oc} = 6I + 3I$$

$$I = 9/9 = 1A \quad \Rightarrow \quad U_{oc} = 9V$$

(2) 求等效电阻 R_{eq}

方法2：开路电压、短路电流



独立源保留

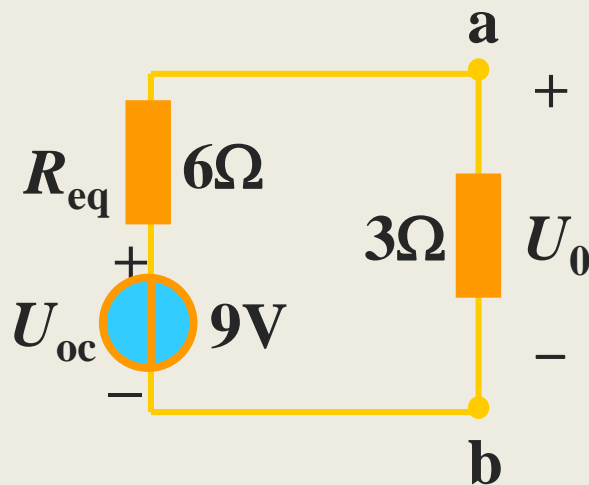
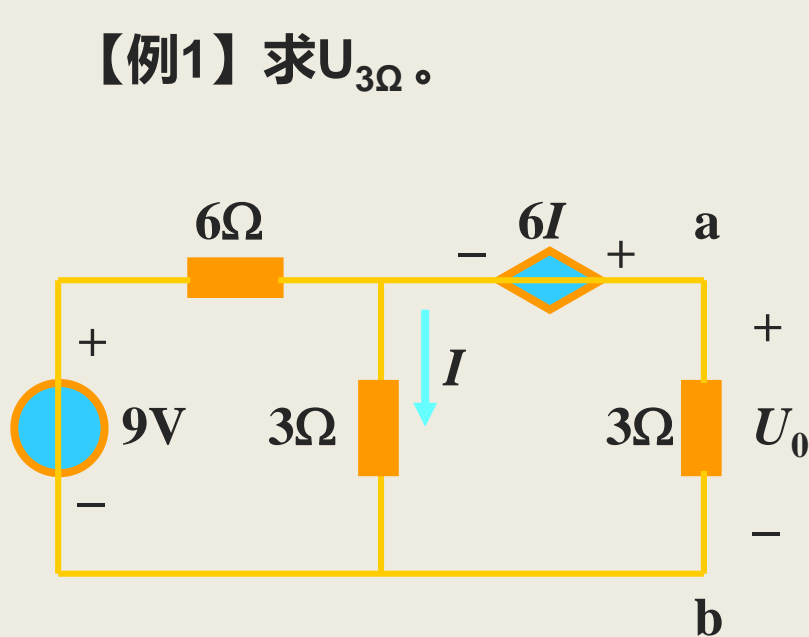
$$6I_1 + 3I = 9$$

$$I = -6I/3 = -2I \quad \Rightarrow \quad I = 0 \quad R_{eq} = U_{oc} / I_{sc} = 9/1.5 = 6\Omega$$

$$I_{sc} = I_1 = 9/6 = 1.5A$$

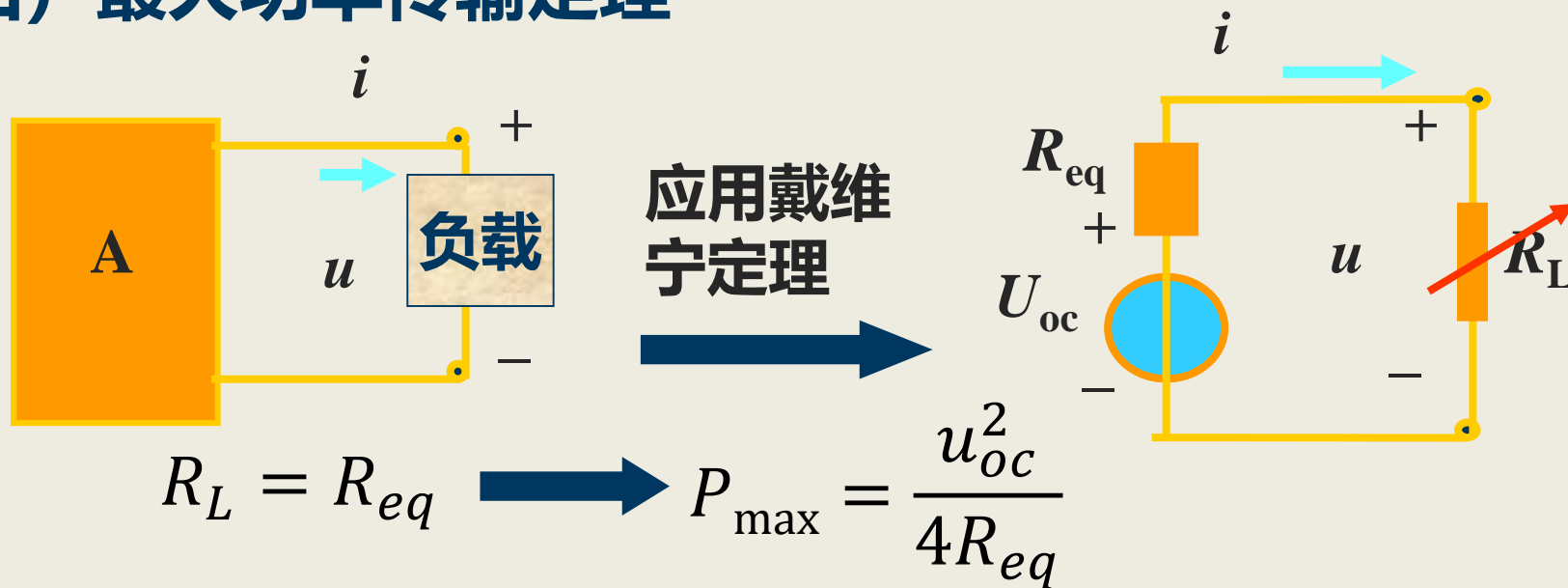
重点题型：将一端口网络化为戴维宁等效电路

【例1】求 $U_{3\Omega}$ 。



$$U_0 = \frac{3}{6 + 3} \times 9 = 3V$$

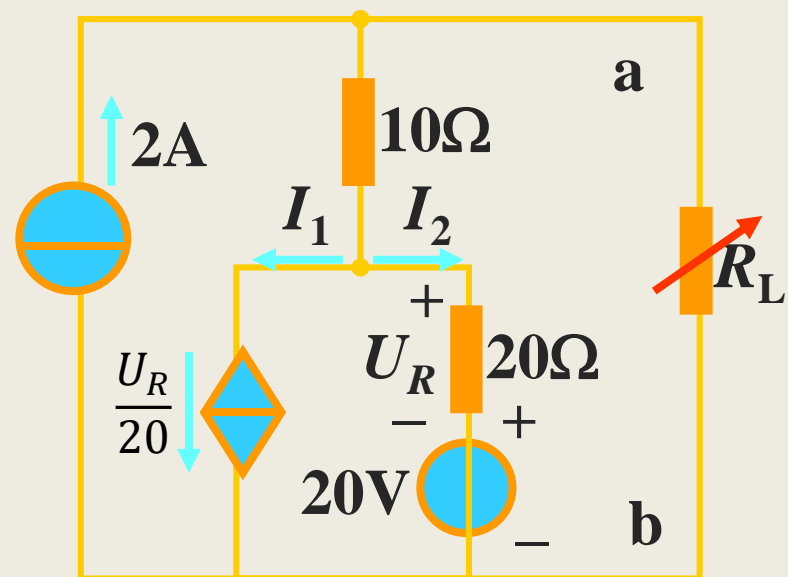
(四) 最大功率传输定理



注：适用于用于一端口电路给定,负载电阻可调的情况;

(四) 最大功率传输定理

【例】 R_L 为何值时其上获得最大功率，并求最大功率。



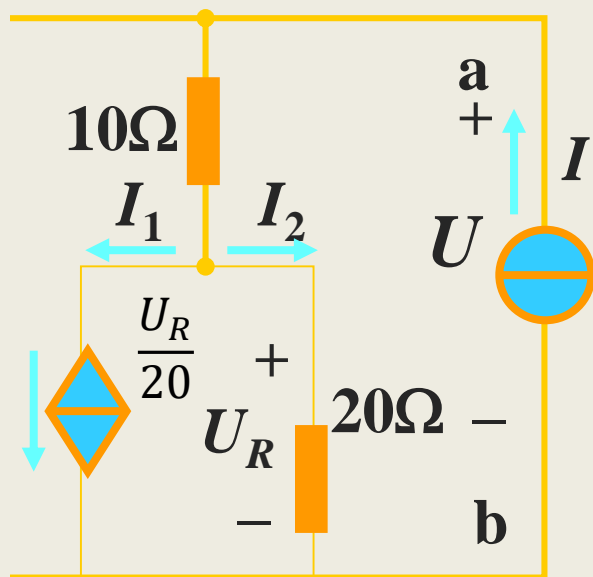
(1) 求开路电压 U_{oc}

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 = U_R/20 \\ I_1 + I_2 &= 2A \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad I_1 = I_2 = 1A$$

$$U_{oc} = 2 \times 10 + 20I_2 + 20 = 60V$$

(四) 最大功率传输定理

【例】 R_L 为何值时其上获得最大功率，并求最大功率。



(2) 求等效电阻 R_{eq}

$$I_1 = I_2 = I/2$$

$$U = 10I + 20 \times I/2 = 20I$$

$$R_{eq} = \frac{U}{I} = 20\Omega$$

(四) 最大功率传输定理

【例】 R_L 为何值时其上获得最大功率，并求最大功率。

(3) 由最大功率传输定理得：

$R_L = R_{eq} = 20\Omega$ 时其上可获得最大功率

$$P = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{60^2}{4 \times 20} = 45W$$



运算放大器

- 放大电路
- 理想运放的性质
- 含有理想运放的电路分析

目录

绪论
基本概念

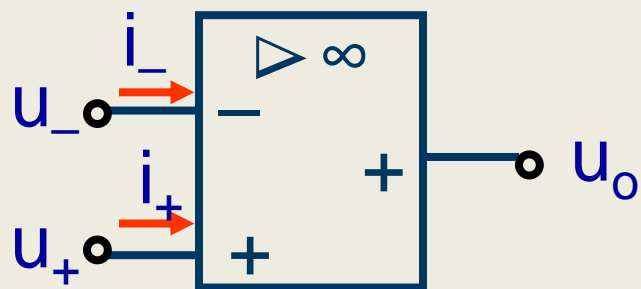
电阻电路
等效变换

电阻电路
一般分析

电路定律

运算
放大器

小结



$$u_o = A_{uo}(u_+ - u_-)$$

(1) 差模输入电压约等于 0
即 $u_+ = u_-$, 称 “虚短”

$$A_{uo} \rightarrow \infty, \quad r_{id} \rightarrow \infty, \\ r_o \rightarrow 0, \quad K_{CMR} \rightarrow \infty$$

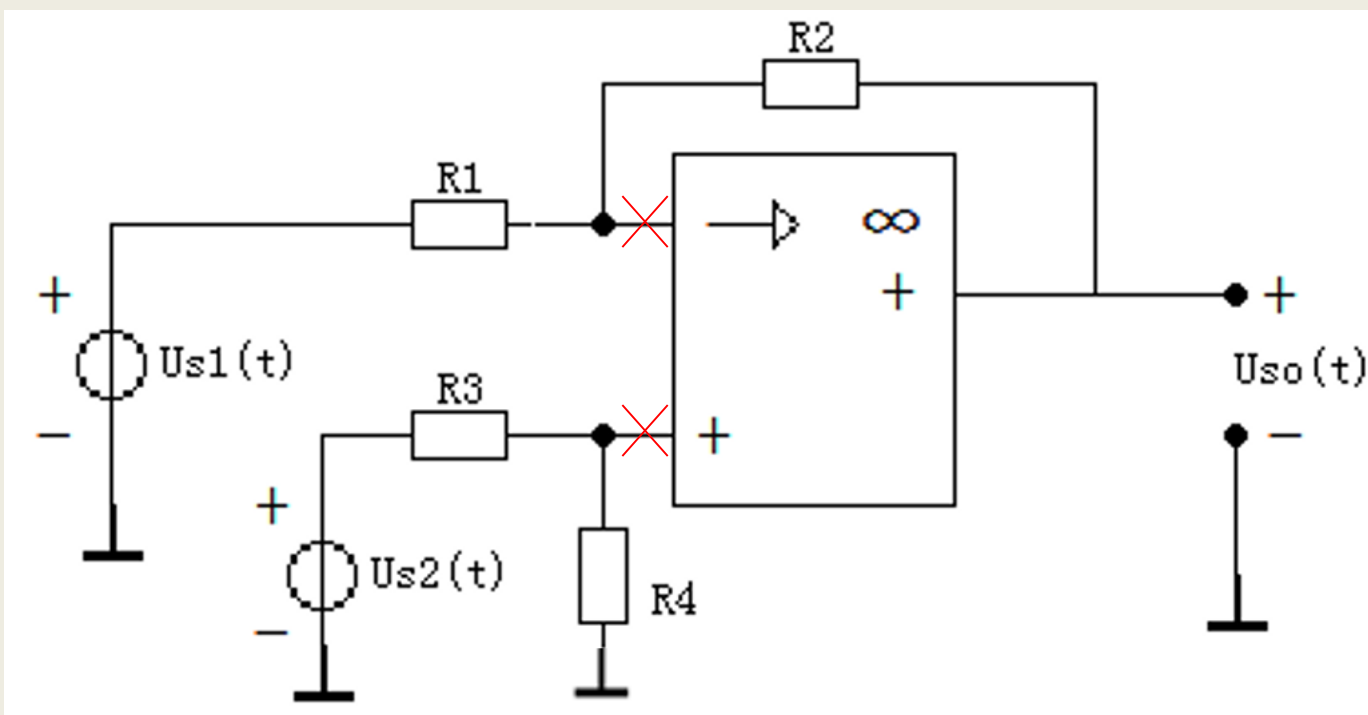
$$r_{id} \rightarrow \infty$$

线性区: $u_o = A_{uo}(u_+ - u_-)$

(2) 输入电流约等于 0
即 $i_+ = i_- \approx 0$, 称 “虚断”

重点题型：含运算放大器的电路分析

【例】求 $U_{so}(t)$



$$\frac{u_{s1} - u_-}{R_1} = \frac{u_- - u_{so}}{R_2}$$

$$\frac{u_{s2} - u_+}{R_3} = \frac{u_+}{R_4}$$

$$u_+ = u_-$$

$$u_{so} = \frac{(R_1 + R_2)R_4u_{s2} - (R_3 + R_4)R_2u_{s1}}{R_1(R_3 + R_4)}$$



小结

- 电路原理如此简单

目录

绪论
基本概念

电阻电路
等效变换

电阻电路
一般分析

电路定律

运算
放大器

小结

勤加练习!
切忌眼高手低!

纯电阻直
流电路的
分析

含运算放
大器的电
路分析

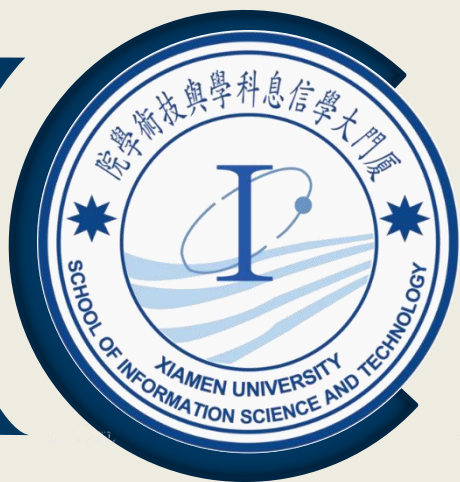
通过电阻、电源
的等效变换实现
电路的等效变换

基于KCL&KVL
和电路结构的一
般电路分析法

通过电路
定律简化、
转化问题



基本目标：化简电路
求解相关物理量



感谢观看

Thanks!