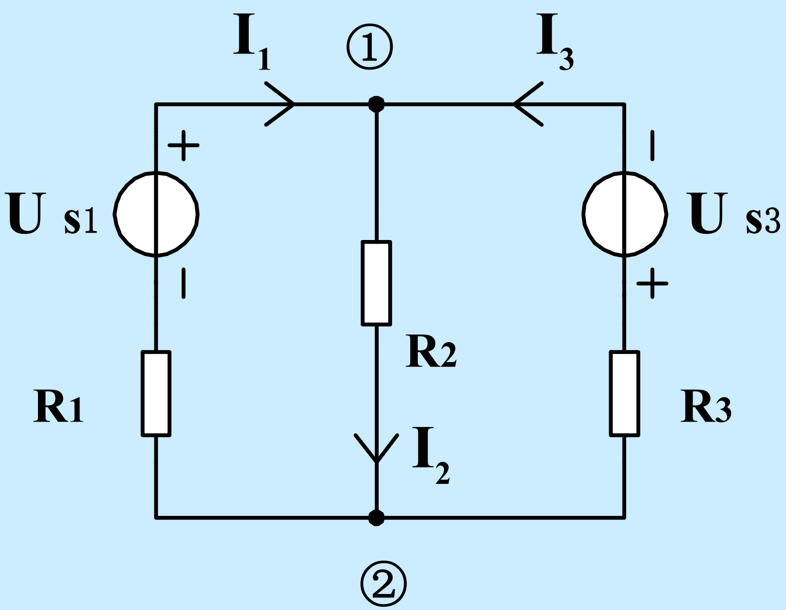
第二章(1)　电路基本分析方法

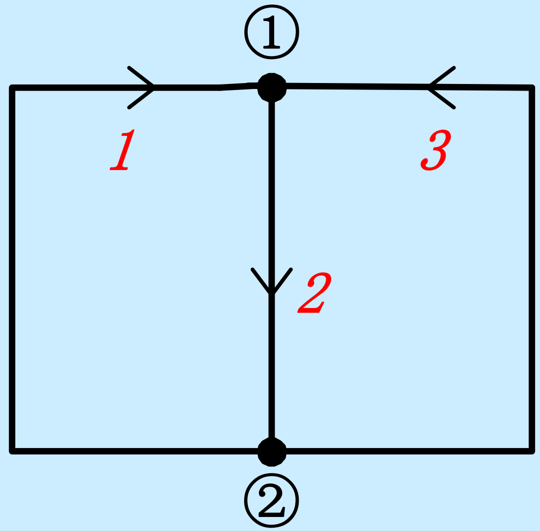
本　章　内　容

1. 网络图论初步
2. 支路电流法
3. 网孔电流法
4. 回路电流法
5. 节点电压法

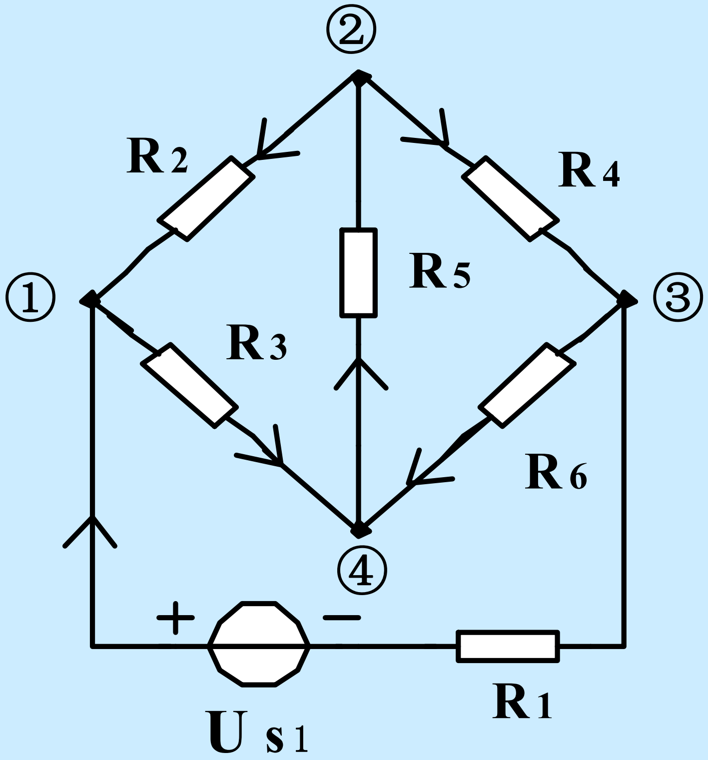
2.1　网络图论的概念

图的概念：对于一个由集中参数元件组成的电网络，若用线段表示支路，用黑圆点表示节点，由此得到一个由线条和点所组成的图形，称此图为原电网络的拓扑图，简称为图。

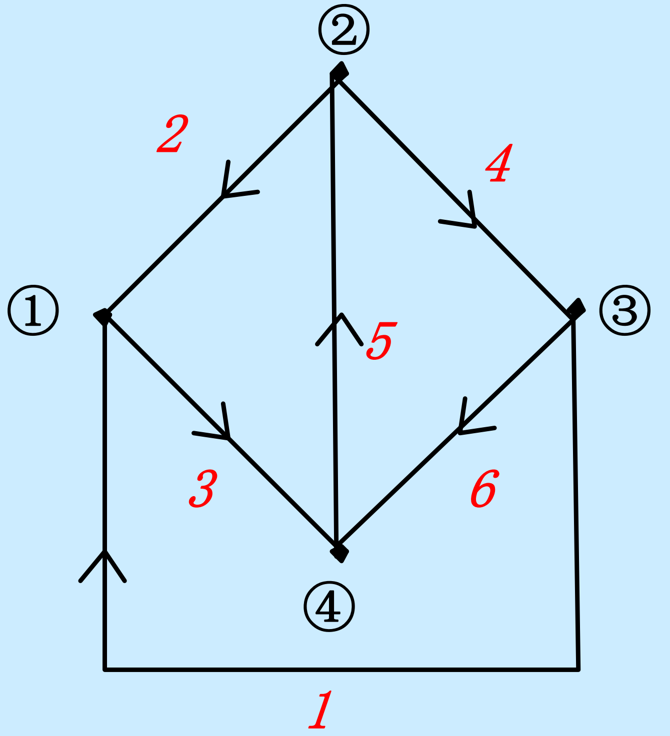




2.1.1 电路图与拓扑图



实际电路图



对应的线图

线图是由点（节点）和线段（支路）组成，反映实际电路的结构（支路与节点之间的连接关系）。

有向图

如果线图各支路规定了一个方向（用箭头表示，一般取与电路图中支路电流方向一致），则称为有向图。

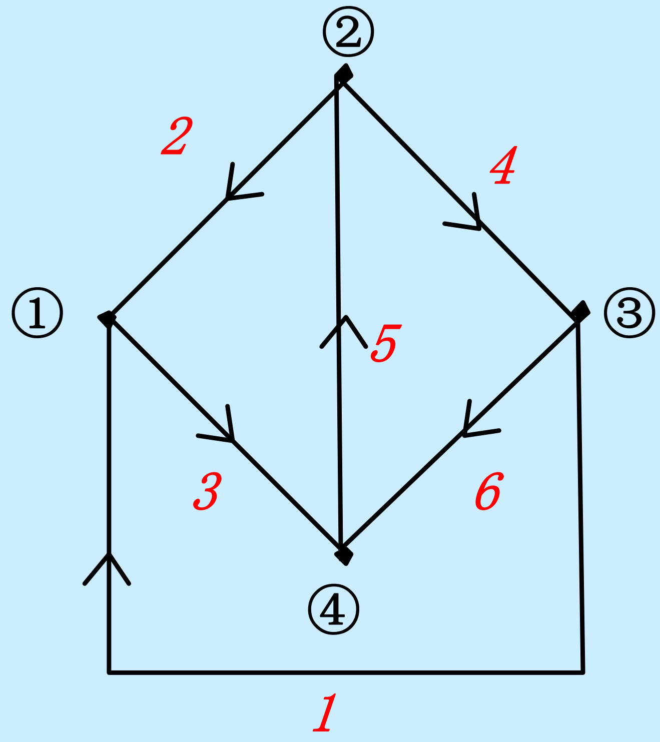
回路：由若干支路组成的通路。

网孔回路：回路内无任何支路，则此回路称为网孔回路。

b 表示支路数

n 表示节点数

l 表示网孔数



有向图

2.2 支路电流法

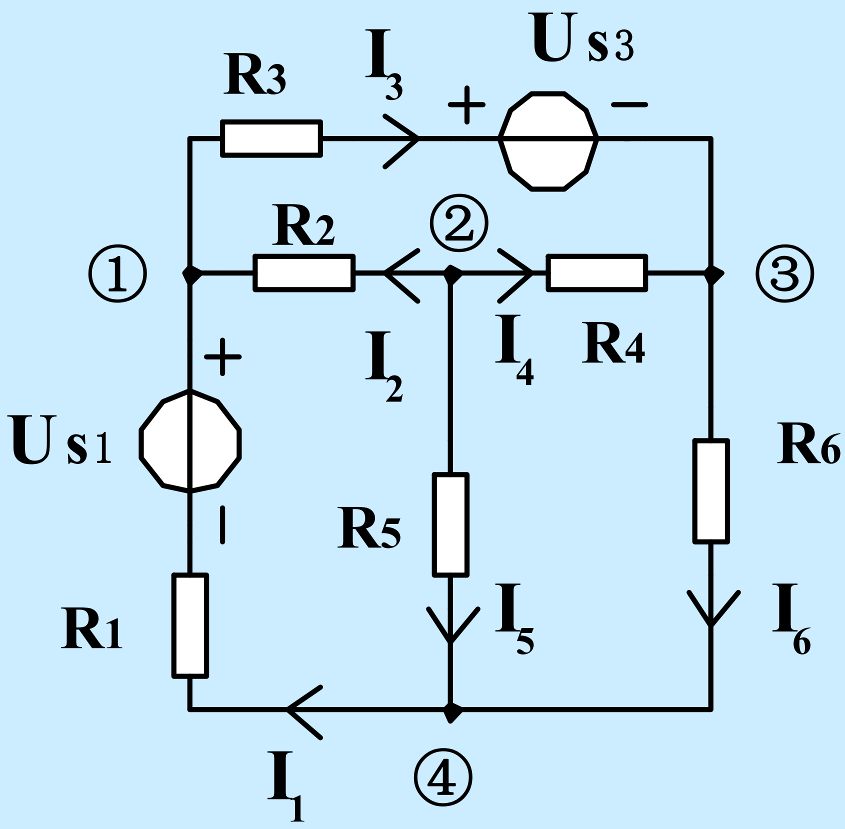
以支路电流作为未知量，直接应用KCL和KVL建立电路方程，然后求解所列的方程组解出各支路电流，这种方法称为支路电流法。

电路节点数为n，支路数为b.

为求b个支路电流，必须有b个独立方程。

下面介绍支路电流法求支路电流的步骤及方程的选取：

如图所示电路，共有4个节点，6条支路，设电源和电阻的参数已知，用支路电流法求各支路电流。



1>. 对各支路、节点编号，并标出支路电流的参考方向。

建立节点电流方程

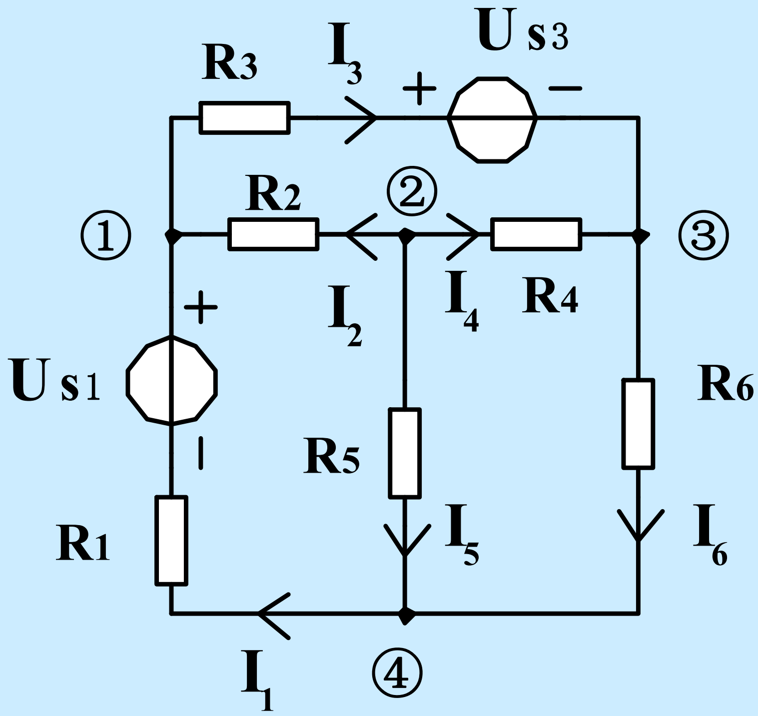
2>. 根据基尔霍夫节点电流定律，列出节点电流方程：

节点1：$-I_1-I_2+I_3=0$

节点2：$+I_2+I_4+I_5=0$

节点3：$-I_3-I_4+I_6=0$

节点4：$+I_1-I_5-I_6=0$



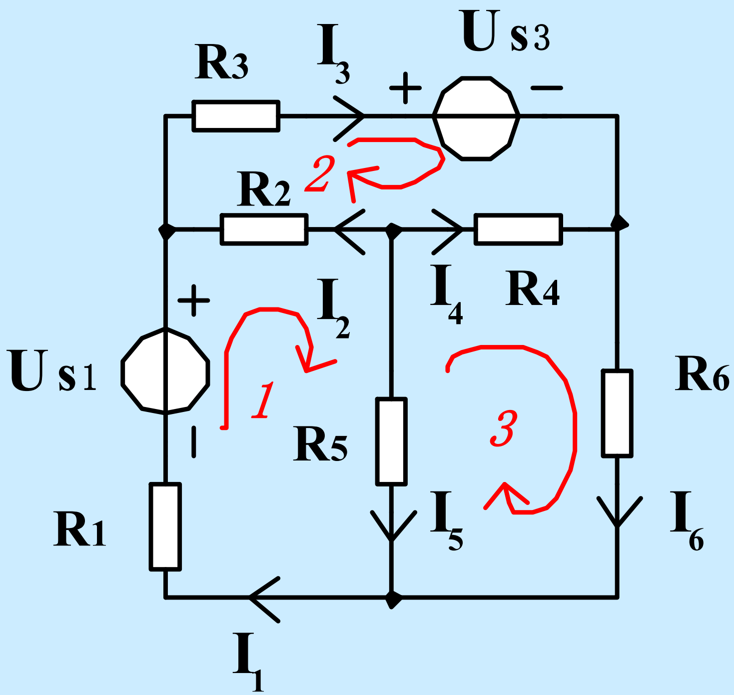
注意：节点4的电流方程为其余3个方程的线性组合，此方程为非独立方程，在计算时应删除。

在用支路法计算时，只需列出 **n-1** 个独立的节点电流方程。

建立回路电压方程

3>. 根据基尔霍夫回路电压定律，列出回路电压方程：

建立回路电压方程时，可选取网孔回路或单连支回路。电路中无电流源支路时，可选择网孔回路。



图中设定三个网孔回路的绕行方向，列出回路电压方程：

回路1：$I_1 \times R_1 - U_{S1} - I_2 \times R_2 + I_5 \times R_5 = 0$

回路2：$I_3 \times R_3 + U_{S3} - I_4 \times R_4 + I_2 \times R_2 = 0$

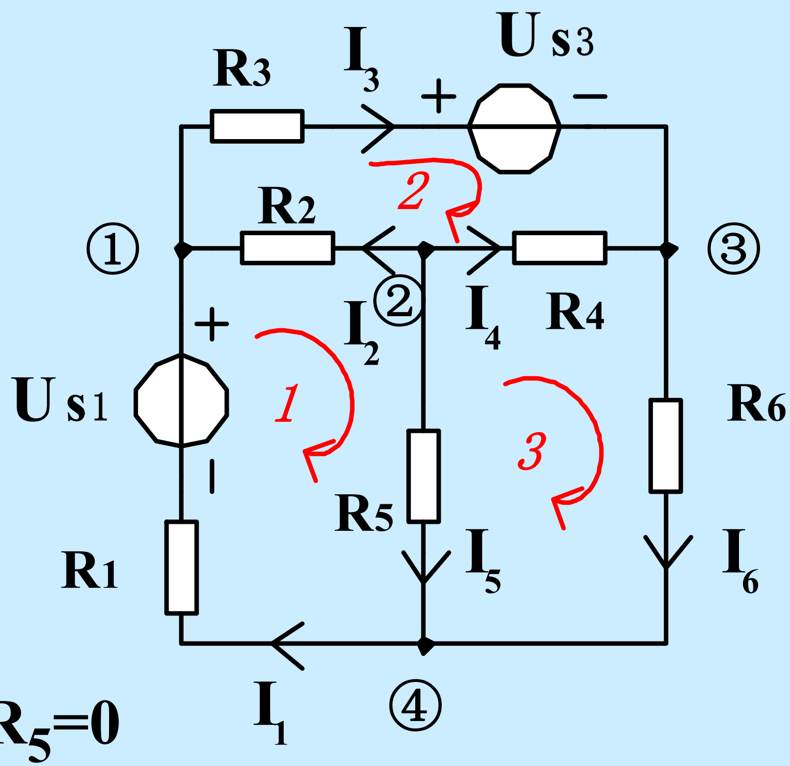
回路3：$I_4 \times R_4 + I_6 \times R_6 - I_5 \times R_5 = 0$

网孔回路电压方程必为独立方程。

网孔回路电压方程数=**b**（支路数）−**n**（节点数）+1

解出支路电流

4>. 由**n-1**个节点电流方程和**b-n+1**个网孔电压方程（共**b**个方程）可解出**b**个支路电流变量。



节点1：$-I_1-I_2+I_3=0$

节点2：$+I_2+I_4+I_5=0$

节点3：$-I_3-I_4+I_6=0$

回路1：$I_1\times R_1-U_{S1}-I_2\times R_2+I_5\times R_5=0$

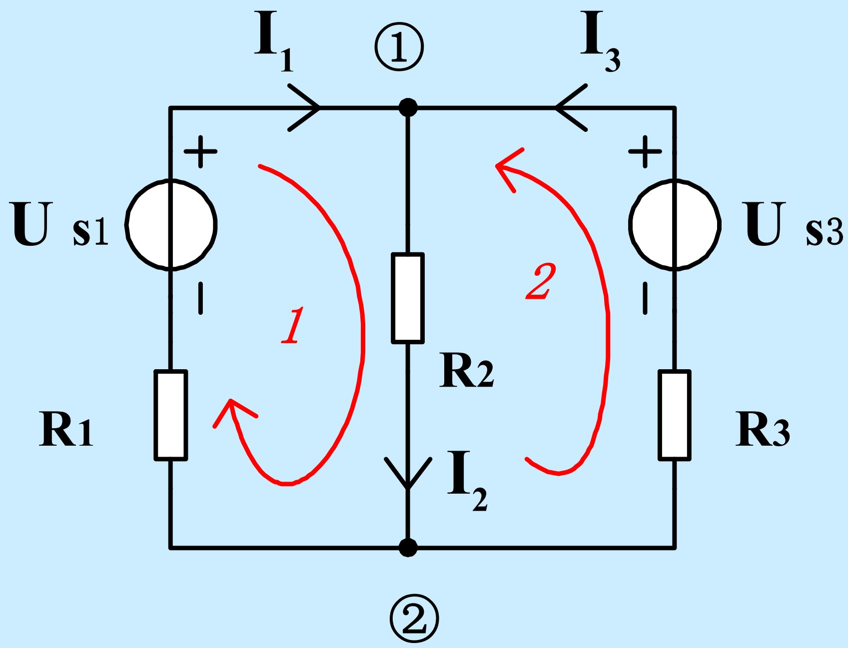
回路2：$I_3\times R_3+U_{S3}-I_4\times R_4+I_2\times R_2=0$

回路3：$I_4\times R_4+I_6\times R_6-I_5\times R_5=0$

由上面的六个方程可解出六个支路电流变量。

支路电流法例题1

例1. 图示电路，U_{S1}=10V，U_{S3}=13V，R_1=1 Ω，R_2=3 Ω，R_3=2Ω，求各支路电流及电压源的功率。



用支路电流法解题，参考方向见图

$$-I_1+I_2-I_3=0$$
$$I_1\times R_1-U_{S1}+I_2\times R_2=0$$
$$I_2\times R_2+I_3\times R_3-U_{S3}=0$$

$\longrightarrow$

$$-I_1+I_2-I_3=0$$
$$I_1-10+3\times I_2=0$$
$$3\times I_2+2\times I_3-13=0$$

解得：I_1=1A，I_2=3A，I_3=2A

电压源U_{S1}的功率：$P_{US1}=U_{S1}\times I_1=10\times1=10W$　(发出）

电压源U_{S3}的功率：$P_{US3}=U_{S3}\times I_3=13\times2=26W$　(发出）

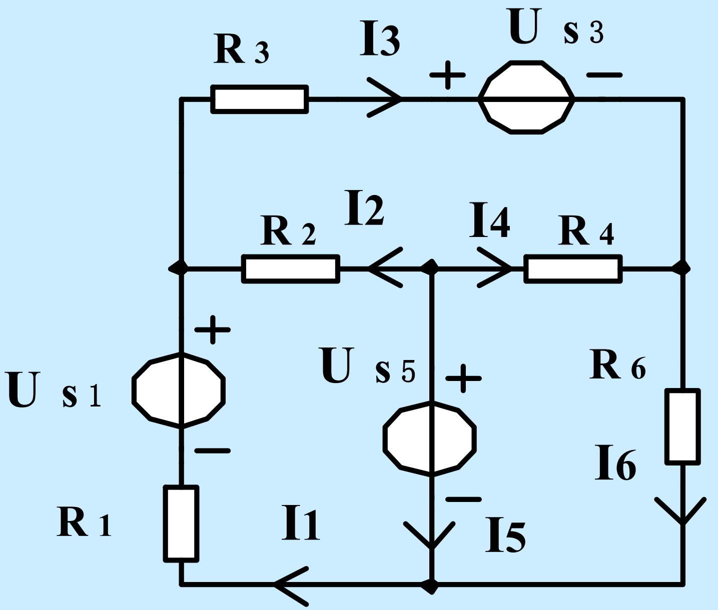
2.3 网孔电流法

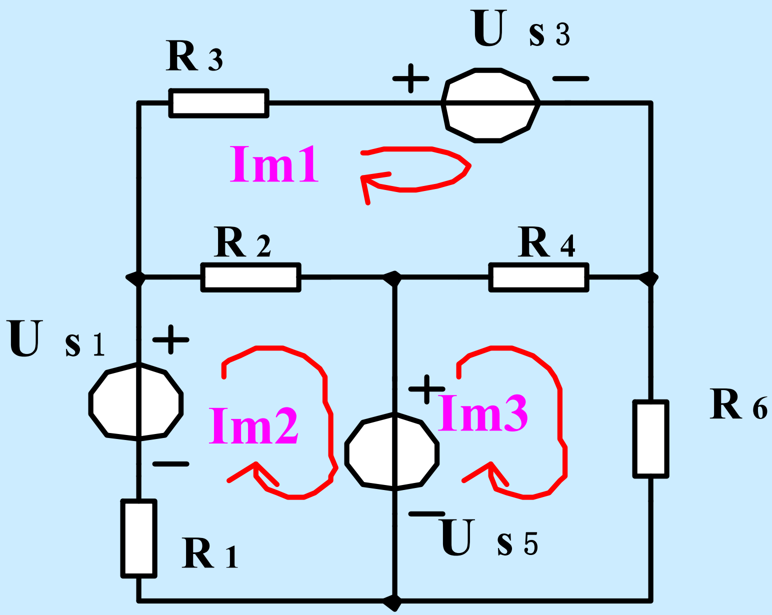
支路电流法直接应用KCL，KVL解电路，很直观，其电路方程个数为支路数b。但是当支路数很多时，必须建立b个方程，求解工作量颇大。

网孔电流法分析解决问题的出发点是：对于电路中实际流动的支路电流，用一组假设的网孔电流来替代。以网孔电流作为独立变量求解，然后求取支路电流，这种方法称为网孔电流法。

1> 网孔电流与支路电流

如图所示，实际流动的支路电流$I_1 \sim I_6$，用一组假设的网孔电流I_{m1}、 I_{m2} 、 I_{m3}来替代。以网孔电流作为独立变量求解，然后求取支路电流。





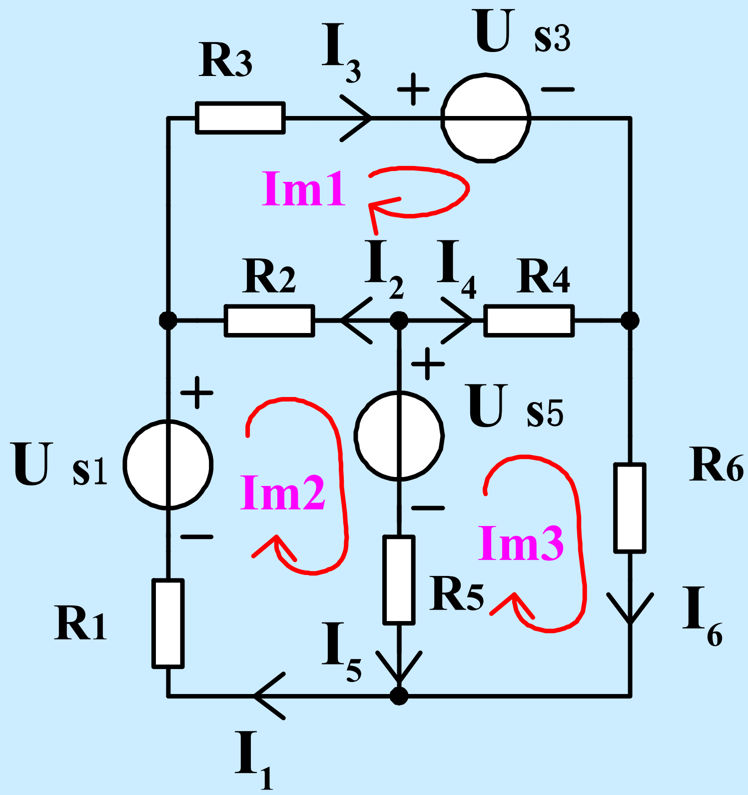
支路电流与网孔电流的关系：

$I_1 = I_{M2}$， $I_2 = I_{M1} - I_{M2}$， $I_3 = I_{M1}$

$I_4 = I_{M3} - I_{M1}$， $I_5 = I_{M2} - I_{M3}$， $I_6 = I_{M3}$

2> 网孔回路电压方程的建立

如图所示电路,用网孔电流法求各支路电流。



1）选定各网孔电流的参考方向，一般参考方向可选为一致（全为顺时针或逆时针）。

2）根据KVL，列写各网孔回路的电压方程。

网孔1：$(R_2+R_3+R_4)\,I_{m1}-R_2\times I_{m2}-R_3\times I_{m3}=-U_{s3}$

自回路电流压降　　互回路电流压降　　回路电压源电压升

网孔1：$(R_2+R_3+R_4)I_{m1}-R_2\times I_{m2}-R_3\times I_{m3}=-U_{s3}$

自回路电流压降　　互回路电流压降　　回路电压源电压升

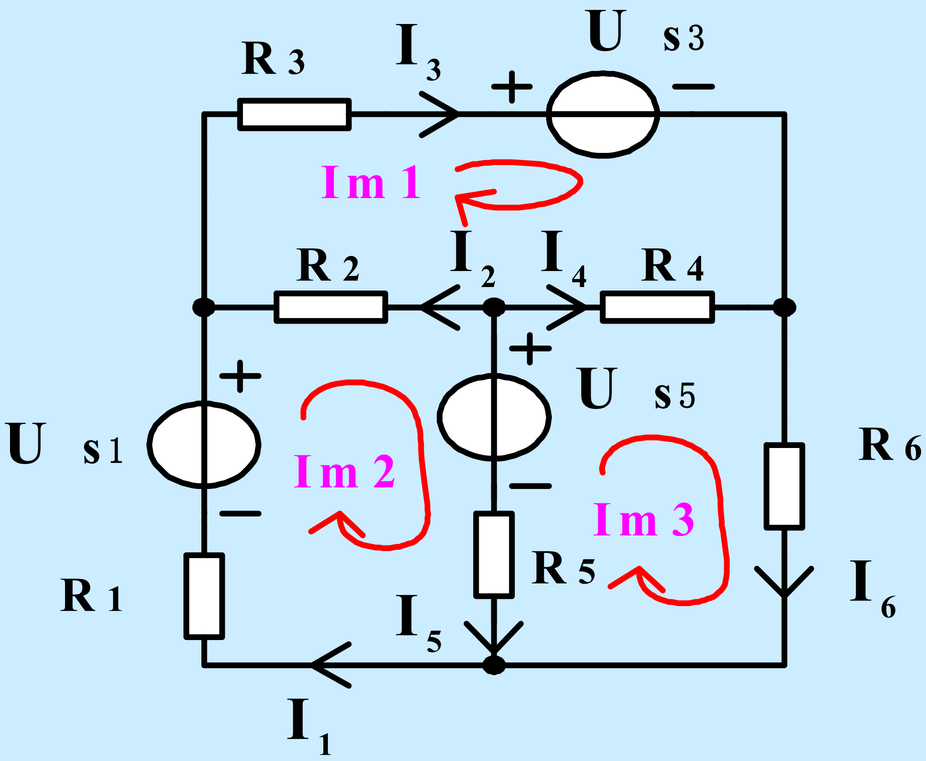
网孔回路电压方程可分为三部分。

第一部分为本身网孔电流产生的压降。

第二部分为相邻网孔电流在该回路上产生的压降，互回路电流方向与网孔回路电流参考方向一致时为正，反之为负。列写互回路时注意不要漏写。

第三部分为回路电压源代数和，以电压升为正，反之为负。

以此规律可列写出另两个网孔的方程：



网孔2： $-R_2 \times I_{m1} + (R_1 + R_3 + R_5) I_{m2} - R_5 \times I_{m3} = U_{s1} - U_{s5}$

网孔3： $-R_4 \times I_{m1} - R_5 \times I_{m2} + (R_4 + R_5 + R_6) I_{m3} = U_{s5}$

3> 由网孔电流解出支路电流

$$\begin{bmatrix} R_2+R_3+R_4 & -R_2 & -R_4 \\ -R_2 & R_1+R_2+R_5 & -R_5 \\ -R_4 & -R_5 & R_4+R_5+R_6 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_{m1} \\ I_{m2} \\ I_{m3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} -U_{S3} \\ U_{S1}-U_{S5} \\ U_{S5} \end{bmatrix}$$

由上面三个方程可解出三个网孔回路电流变量 I_{m1}，I_{m2}，I_{m3}。

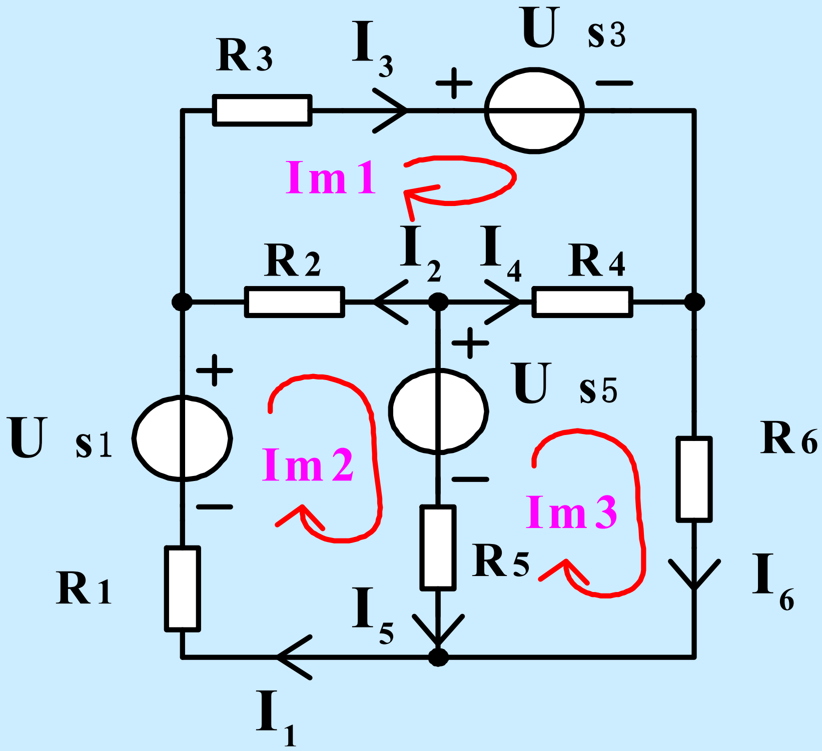
支路电流为：

$I_1 = I_{m2}$

$I_2 = I_{m1} - I_{m2}$，$I_3 = I_{m1}$

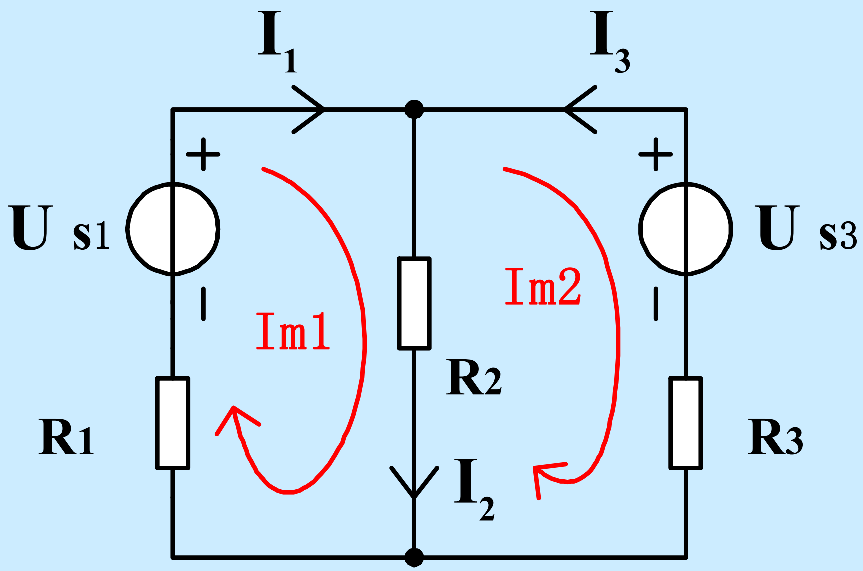
$I_4 = I_{m3} - I_{m1}$，$I_5 = I_{m2} - I_{m3}$

$I_6 = I_{m3}$



网孔法例1

例1. 图示电路，U_{S1}=10V，U_{S3}=13V，R_1=1 Ω， R_2=3 Ω， R_3=2Ω，试用网孔电流法求各支路电流。



解：取网孔回路及参考方向如图，列写回路电压方程

$$(R_1+R_2)I_{m1}-R_2\times I_{m2}=U_{S1}$$

$$(R_2+R_3)I_{m2}-R_2\times I_{m1}=-U_{S3}$$

代入数据得

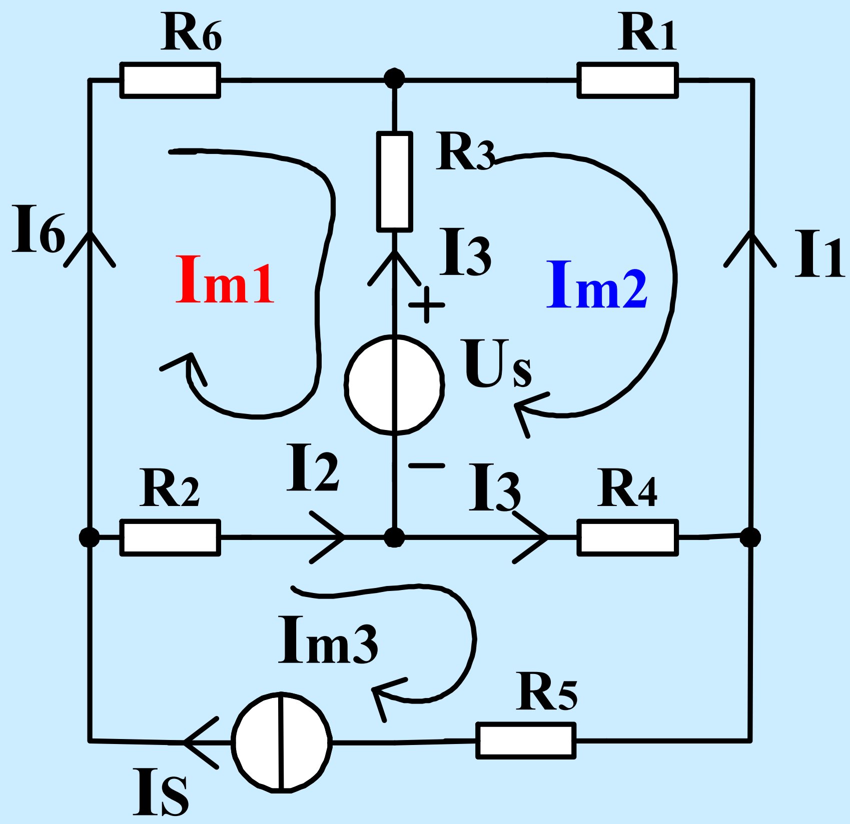
$$4\times I_{m1}-3\times I_{m2}=10 \qquad \text{得} \qquad I_{m1}=1\text{A}$$

$$5\times I_{m2}-3\times I_{m1}=-13 \qquad\qquad I_{m2}=-2\text{A}$$

支路电流　$I_1=I_{m1}=1\text{A}$，　$I_2=I_{m1}-I_{m2}=3\text{A}$，　$I_3=-I_{m2}=2\text{A}$

网孔法例2

例2. 图示电路，Us=27V，Is=2A，R1=1 Ω，R2=2 Ω，R3=3Ω， R4=4 Ω，R5=5 Ω，R6=6Ω， 求各支路电流。



解：电路中最外围支路存在一个电流源，取网孔回路如图，对网孔1和2列回路电压方程

$$(R2+R3+R6)Im1-R3\times Im2-R2\times Is=-Us$$

$$(R1+R3+R4)Im2-R3\times Im1-R4\times Is=Us$$

网孔回路3的回路电流可直接写出

$$Im3=Is=2$$

代入数据得

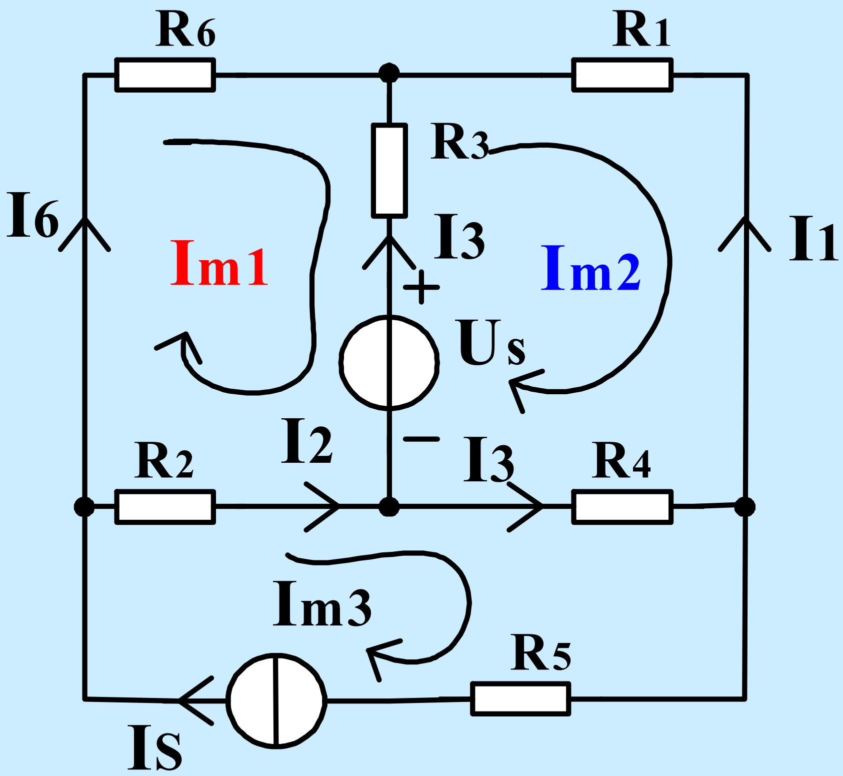
$$11I_{m1}-3I_{m2}-4=-27$$

$$8I_{m2}-3I_{m1}-8=27$$

解得

$I_{m1}=-1A$，　$I_{m2}=4A$，

$I_{m3}=2A$



支路电流为

$I_1=-I_{m2}=-4A$，　$I_2=I_{m3}-I_{m1}=3A$，　$I_3=I_{m2}-I_{m1}=5A$

$I_4=I_{m3}-I_{m2}=-2A$，　$I_5=I_{m3}=2A$，　$I_6=I_{m1}=-1A$

注意：电路的最外围支路存在电流源时，仍旧可用网孔电流法求解支路电流。

2.4 回路电流法

- 回路电流法是以选定的回路电流作为变量来分析计算电路的一种方法；
- 当电路存在电流源时（不全在外部周界上），用回路电流法解题比网孔法方便；
- 回路电流法在选择独立回路时，一般选择单连支回路，通过选择特定的树可简化存在电流源电路的计算；
- 选择单连支回路电流作为求解变量，建立的回路电压方程必定是独立方程；
- 网孔电流法是回路电流法的一种特殊情况。

2.4.1 回路电流选择

如图电路，用回路电流法求各支路电流。

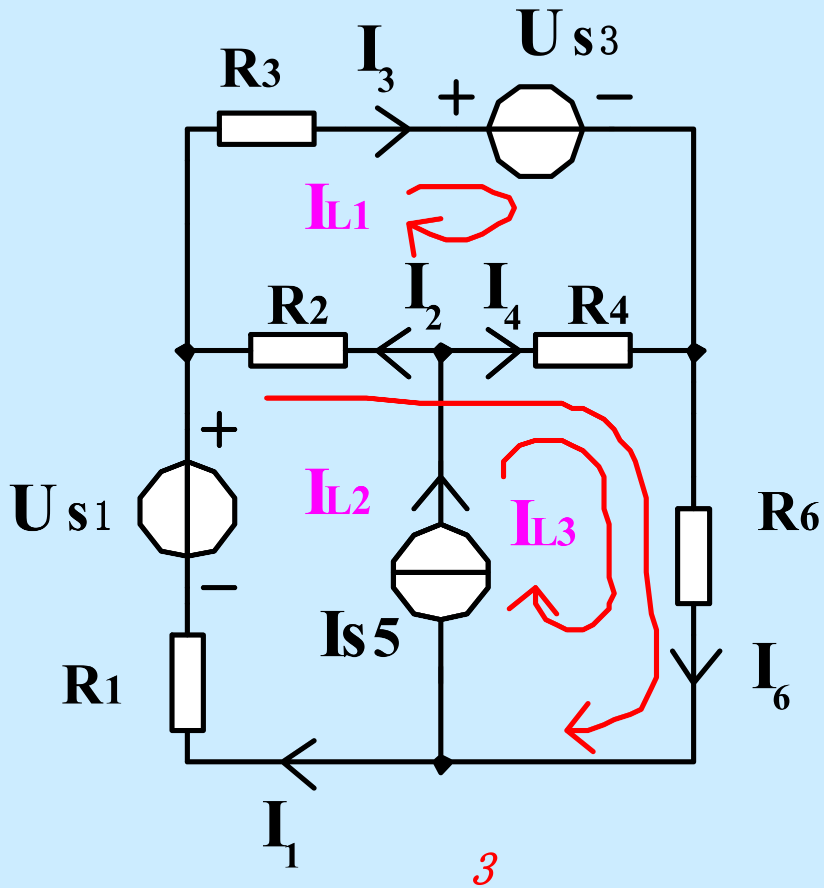
1）选择回路电流并标出方向。

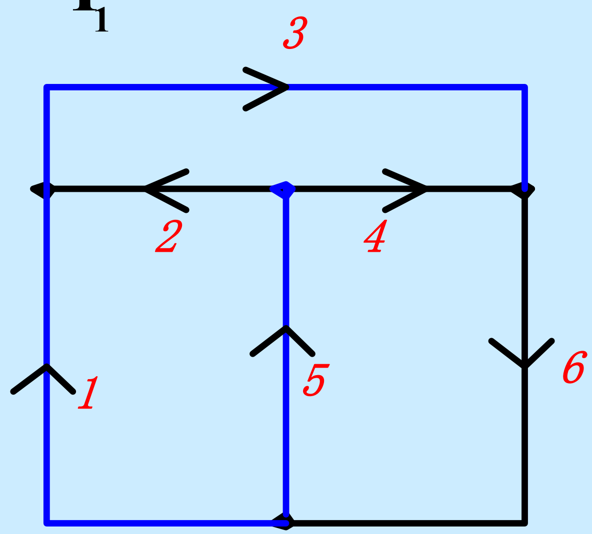
回路的选择要保证能建立足够数量的独立方程来解出电路变量。

网孔回路和单连支回路都为独立回路。

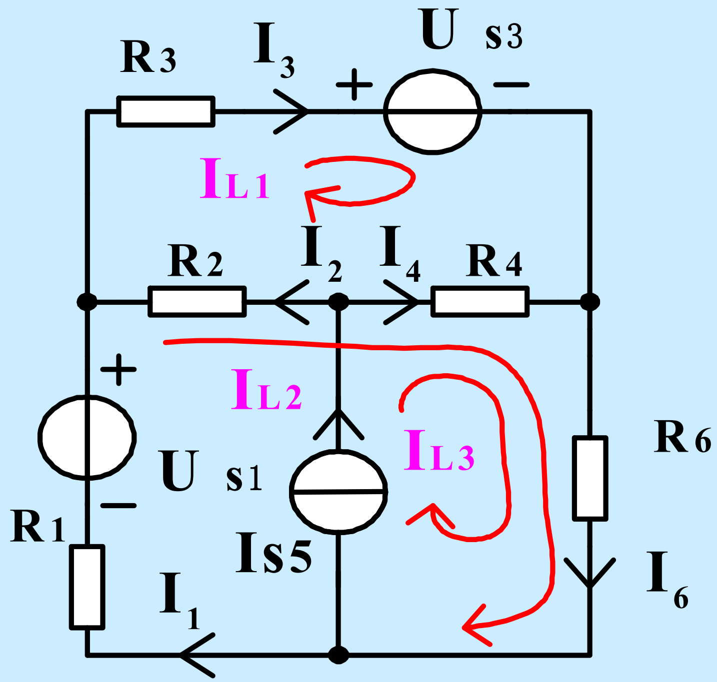
选择单连支回路时，具有电流源的支路选为连支。

如图电路，选择2，4，6支路为树支，则单连支回路的路径和方向如图所示。





2.4.2 建立回路电压方程



确定回路电流和参考方向以后，根据KVL，可建立各回路的回路电压方程。

回路1 的电压方程为

$$(R2+R3+R4)I_{L1}-(R2+R4)I_{L2}-R4\times I_{L3}=-U_{S3}$$

自回路压降 ±Σ互回路压降代数和 =Σ回路电压源代数和

上式 1>. 第一部分是自回路电流产生的压降。

2>. 第二部分是其余回路电流在该回路上产生的电压降。方向与主回路电流一致时为正，反之为负。

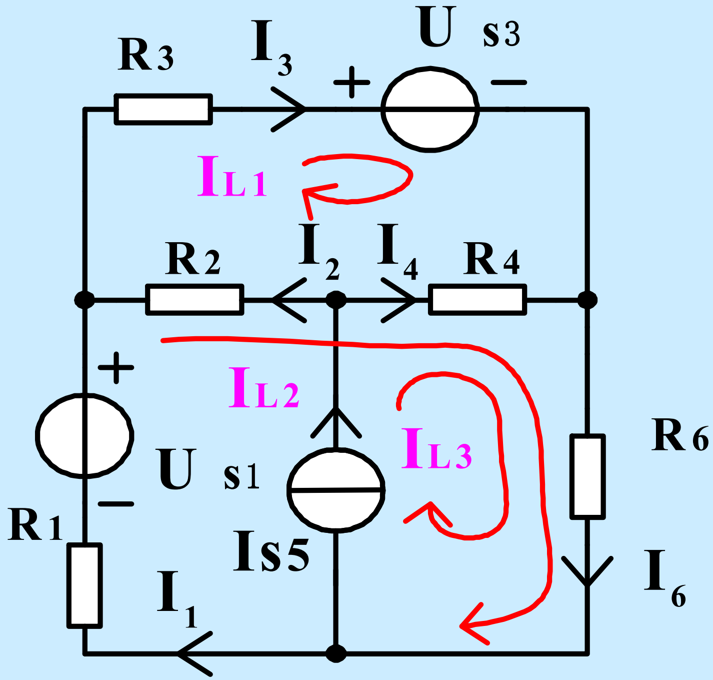
3>.等式右边是回路中所有电压源的电压升代数和。

同理可写出回路2 的回路电压方程

$$\underline{(R1+R2+R4+R6)I_{L2}} - \underline{(R2+R4)I_{L1}} + \underline{(R4+R6)I_{L3}} = U_{S1}$$

回路3中有电流源存在，由于选择支路5为单连支回路，因此回路电流即为该连支电流

$$\underline{I_{L3} = I_{S5}}$$



列写回路电压方程时应注意：

1>. 选 b－(n－1) 个独立回路电流；

2>. 列写互回路压降时注意不要漏写；

3>. 方程右边电压源是以电压升为正。

4>. 电流源支路的回路电压方程无需列写，可直接写出回路电流值。

2.4.3 求解回路和支路电流

由上面三个方程即可解出三个回路电流 I_{L1}，I_{L2}，I_{L3}。

由回路电流可写出各支路电流为:

$I_1 = I_{L2}$

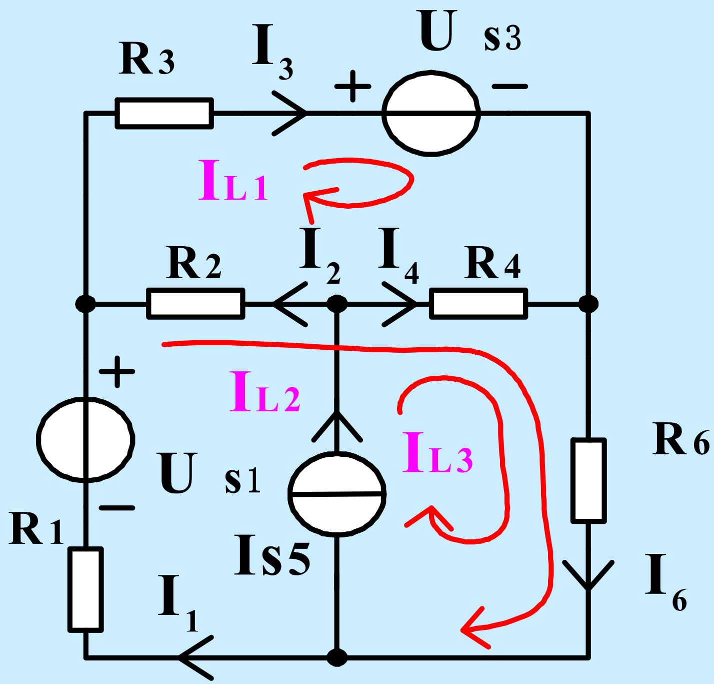
$I_2 = -I_{L1} + I_{L2}$

$I_3 = I_{L1}$

$I_4 = -I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}$

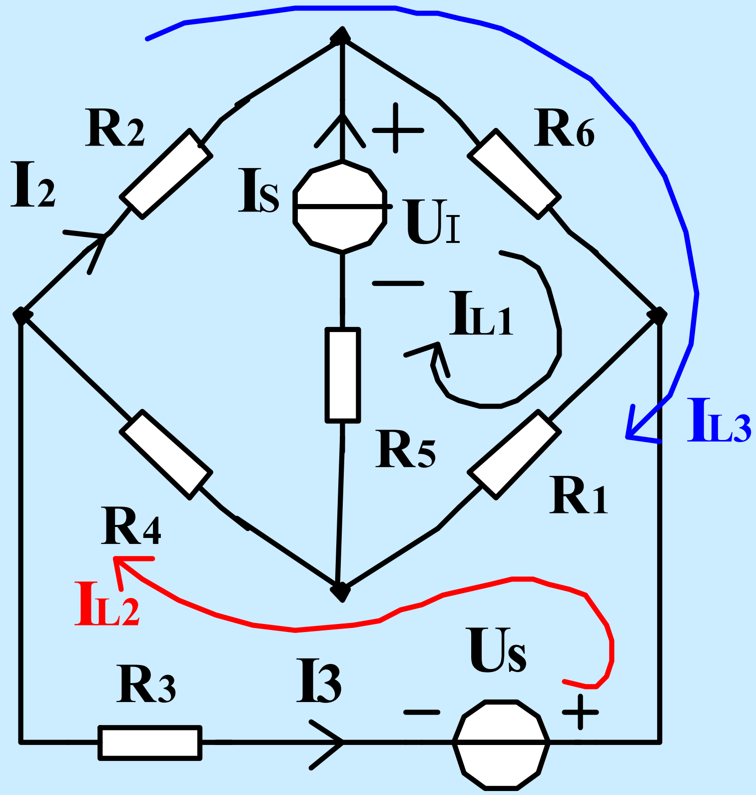
$I_5 = I_{L3} = I_{S5}$

$I_6 = I_{L2} + I_{L3}$

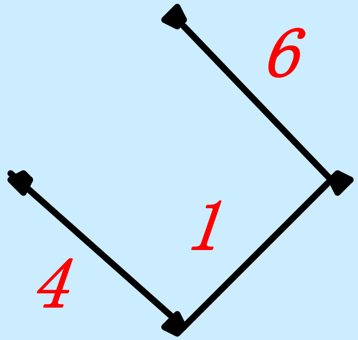


回路电流法例1

例1 已知R1=1 Ω， R2=2Ω, R3=3 Ω， R4=4 Ω， R5=5 Ω， R6=6 Ω， U_S=27V， I_S=2A，用回路电流法求电压源和电流源发出的功率。



解：支路5为电流源支路，因此选1、4、6支路为树支，得三条单连支回路如图所示。



根据选定的单连支回路，可列出回路电压方程：

$I_{L1}=I_S$

$(R1+R3+R4)I_{L2}+R1\times I_{L1}+(R1+R4)I_{L3}=U_S$

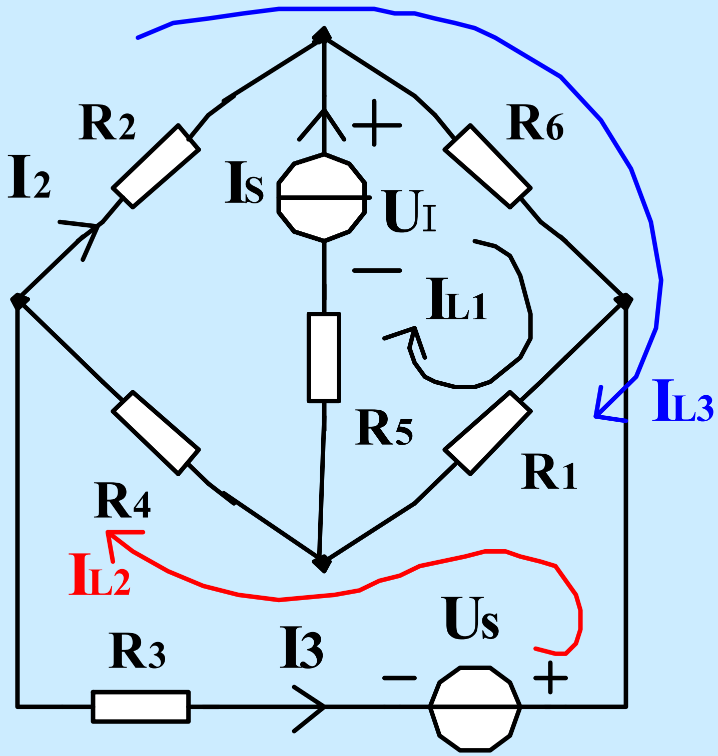
$(R1+R2+R4+R6)I_{L3}+(R1+R6)I_{L1}+(R1+R4)I_{L2}=0$

代入数据得：

$I_{L1}=2$

$8I_{L2}+2+5I_{L3}=27$

$13I_{L3}+2\times 7+5I_{L2}=0$

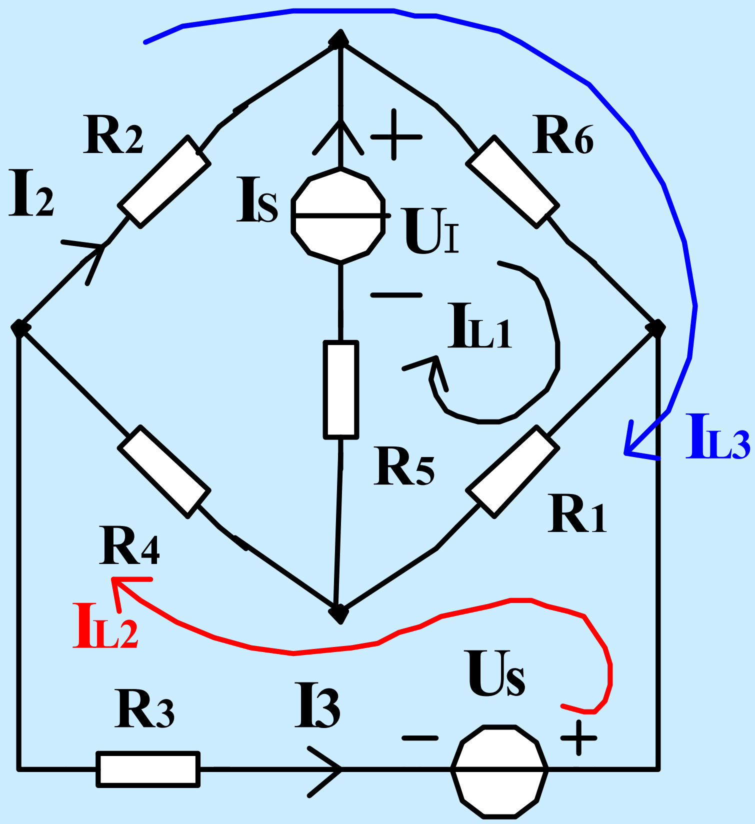


解得:

$I_{L1} = 2A$

$I_{L2} = 5A$

$I_{L3} = -3A$



电压源发出的功率为:

$P_{US} = I_3 \times U_S = I_{L2} \times U_S$

$= 5 \times 27 = 135W$ (发出功率)

电流源两端的电压降为:

$U_I = R_6 (I_{L1} + I_{L3}) + R_1 (I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) + R_5 \times I_{L1}$

$= 6 \times (-1) + 1 \times 4 + 5 \times 2 = 8V$

电流源发出的功率为:

$P_{IS} = U_I \times I_S = 16W$

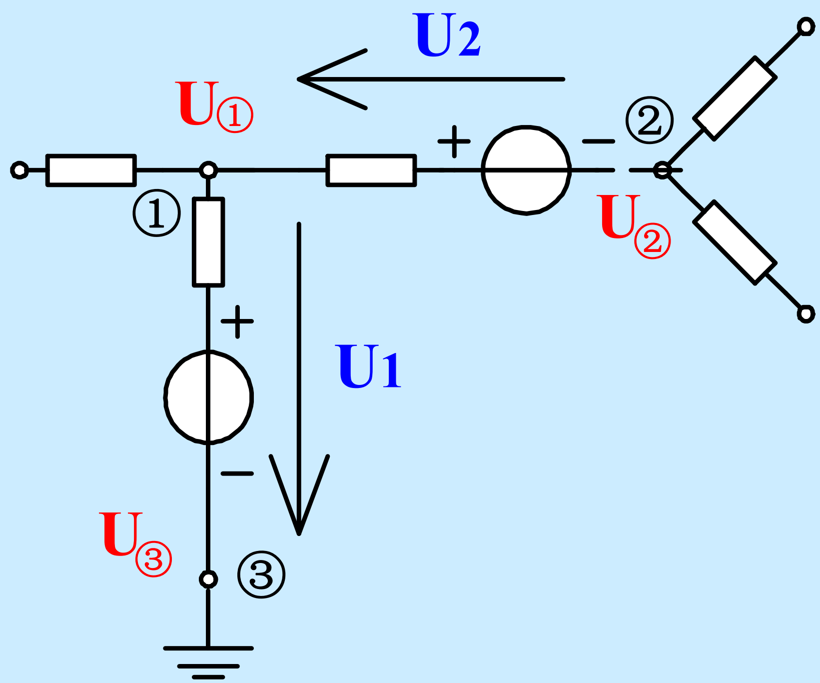
2.5 节点电压法

以节点电压作为独立变量，建立节点电压方程，求解节点电压再确定支路电流，称为节点电压法。

电位: 相对于参考点间的电势能.

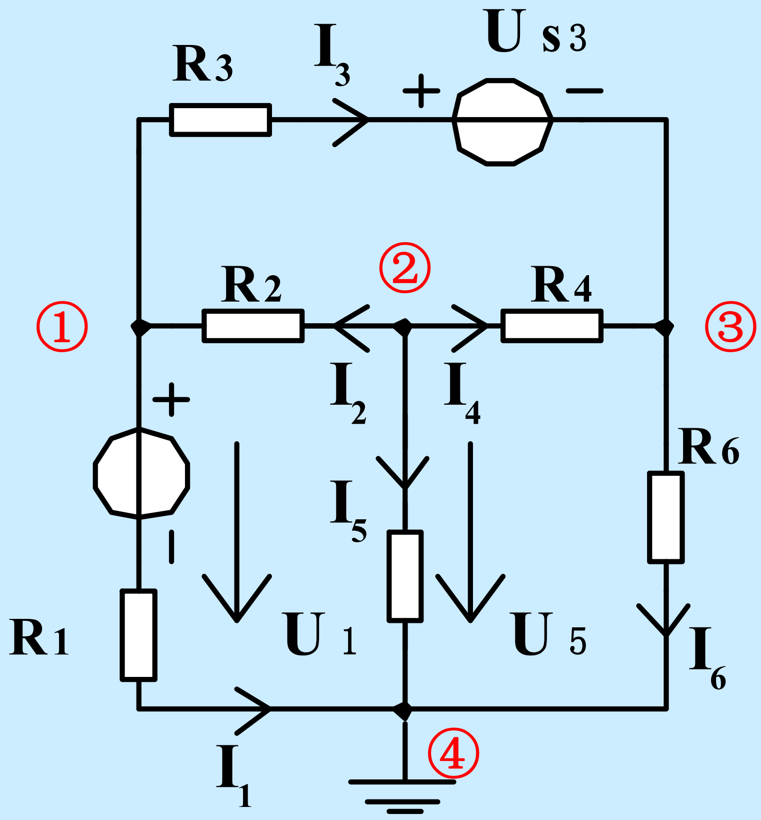
电压: 两点之间电位差.

$$U_2 = U_{①} - U_{②}$$



节点电压法概述

1）设电路有n个节点，以其中任一节点作为参考节点，令**参考节点的电位为零**，则其余各节点相对于该参考点的电位就是节点电压。



如图，节点1的电压 U① = U1，

节点2的电压 U② = U5。

2）如果各节点电压已求出，则各支路电流便可确定。

如对于电流 I5，有 $I5 = \frac{U②}{R5}$

3）以节点电压作为独立变量，建立节点电压方程，求解节点电压后再确定支路电流，这种方法称为节点电压法。

4）在用节点电压法解题时，对于n个节点，因为已选定一个节点为参考点，则有n -1个独立节点电压变量，必须建立n -1个独立方程才可求解。

节点电压与支路电流关系

如图电路，取节点4为参考节点。

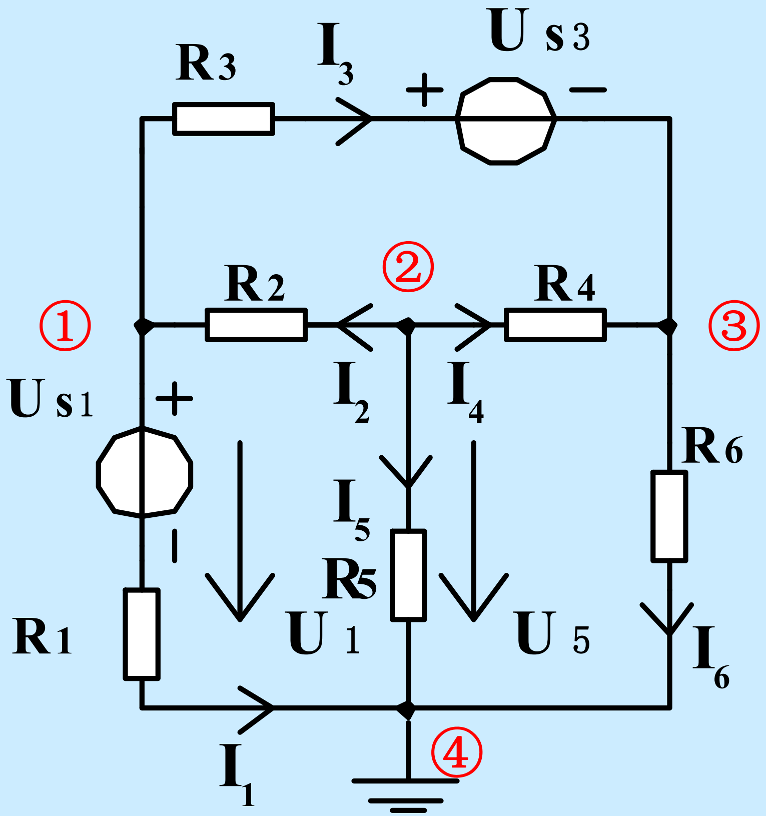
则节点电压与支路电流关系为：

$U_{\text{①}}=U_{s1}+I_1\times R_1$

$U_{\text{②}}=I_5\times R_5$

$U_{\text{③}}=I_6\times R_6$

$U_{\text{①}}-U_{\text{③}}=I_3\times R_3+U_{s3}$



如节点电压已知，则可计算支路电流，对于 I_1

该支路电压为：　$U_{\text{①}}-U_{\text{④}}=U_{s1}+R_1\times I_1$

得　$I_1=(U_{\text{①}}-U_{s1})/R_1=G_1(U_{\text{①}}-U_{s1})$

同理，可写出其余各支路电流

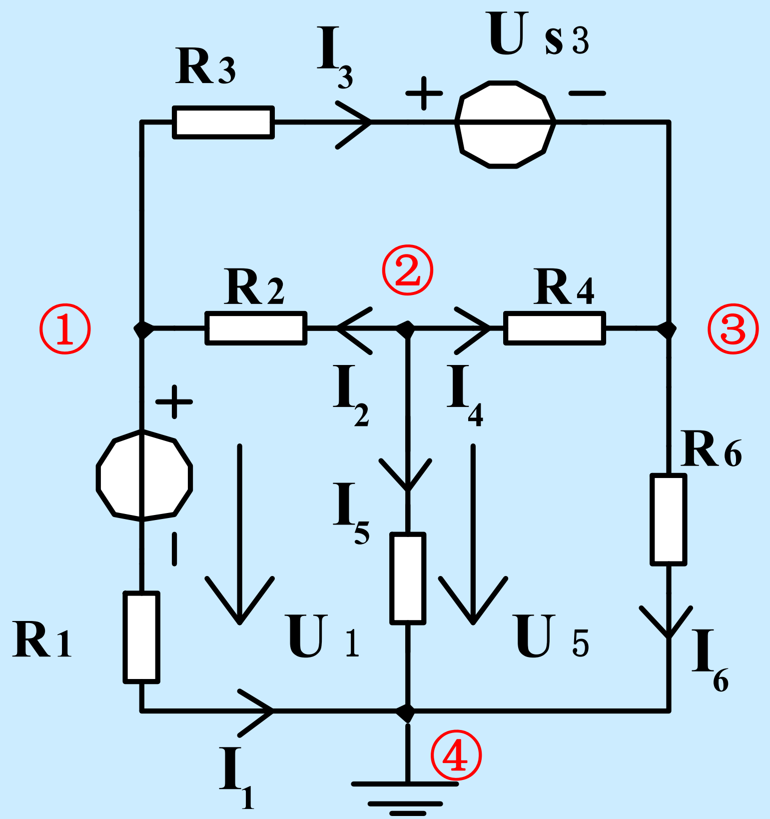
I2= G2（U② －U①）

I3= G3 (U①− U③ − Us3)

I4= G4（U② － U③ ）

I5= U②/R5=G5 U②

I6= U③/R6=G6 U③



支路电流＝支路电导×（电流流出节点电压－电流流入节点电压

± 支路电压源）

支路电流方向与电压源压降方向一致时取负号,反之取正号.

节点电压方程的建立

节点电压方程的形式可由KCL方程导出，对于节点①列写KCL方程

I1－I2＋I3=0

代入用节点电压表示的各支路电流表达式：

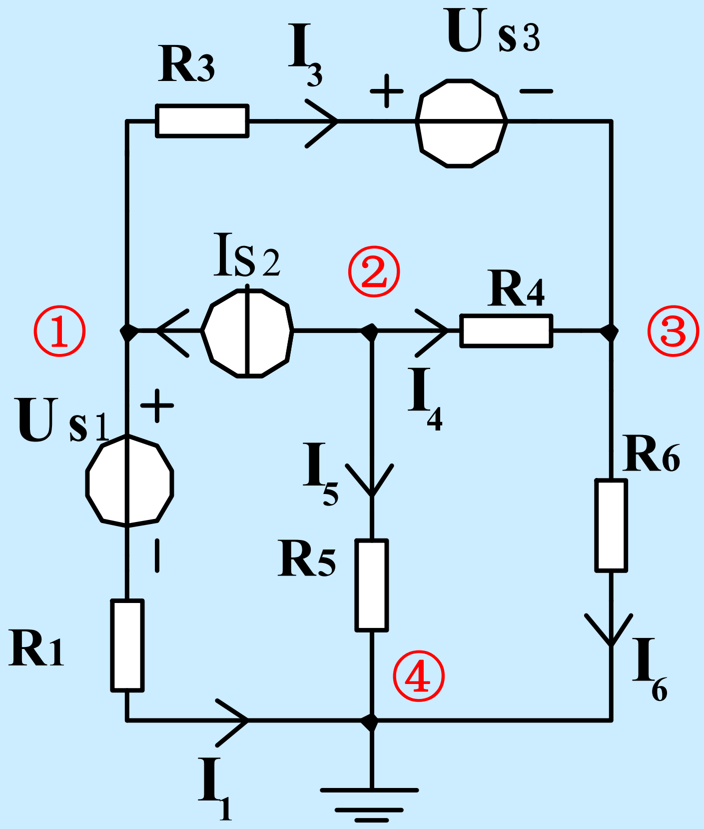
G1(U①– Us1) －Is2＋ G3 (U①– U③ – Us3)=0

整理后得：

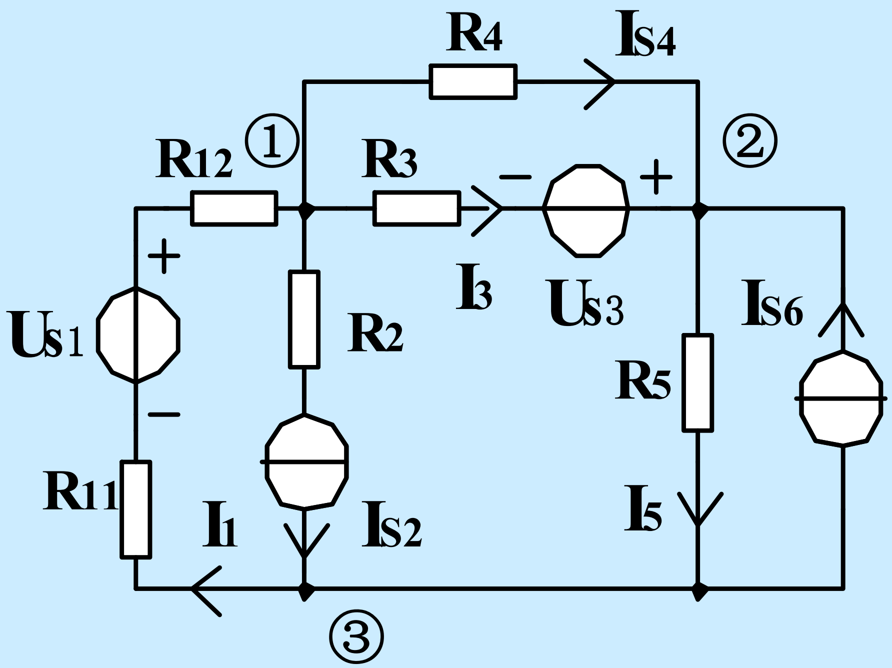
U①(G1＋G3) － U③ G3=G1 Us1＋G3 Us3＋ Is2

此式即为节点①的节点电压方程.

(节点电压方程的实质是KCL表示式)!!



节点法例1



例1：已知R11=R12=0.5Ω，

R2=R3=R4=R5=1 Ω，

US1=1V，US3=3V，IS2=2A，

IS6=6A，用节点电压法求各支路的电流。

解：取节点3为参考节点，列出节点1和2的电压方程

$$\left(\frac{1}{R_{11}+R_{12}}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}\right)U_1-\left(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}\right)U_2=\left(\frac{1}{R_{11}+R_{12}}\right)U_{S1}-\frac{1}{R_3}U_{S3}-I_{S2}$$

注意：节点1 的自电导中没有包含 $\dfrac{1}{R_2}$ 项，尽管该支路有电阻R2，但电流源内阻为无穷大，该支路的总电导为零。电流源支路串联电阻在列节点方程时不起作用。

$$(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_5})U_2-(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4})U_1=\frac{1}{R_3}U_{S3}+I_{S6}$$

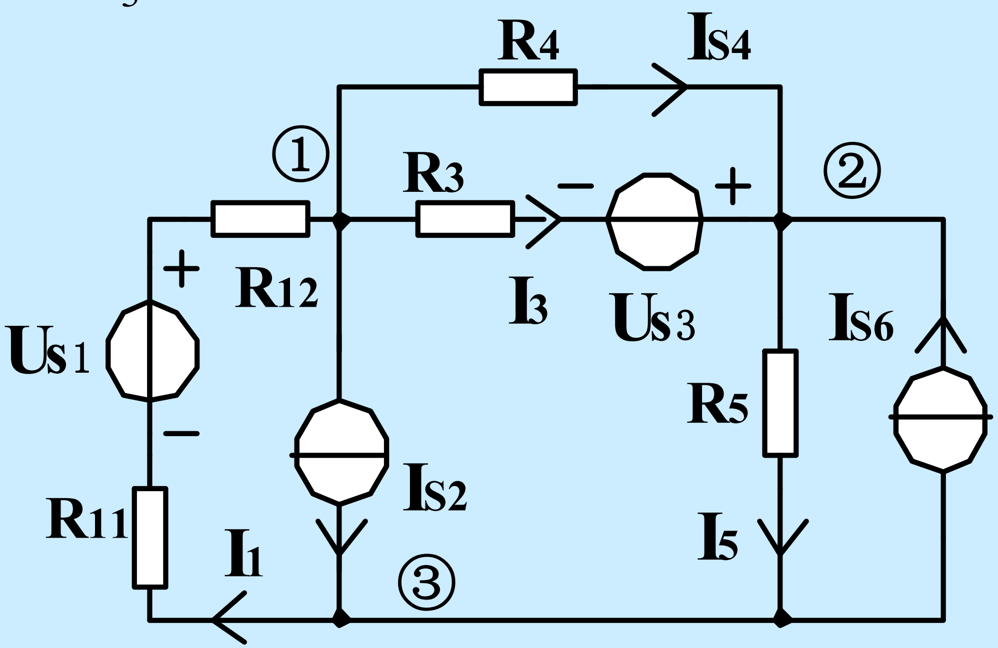
代入数据整理得

$3U_1-2U_2=-4$

$3U_2-2U_1=9$

解得节点电压为

$U_1=1.2V,\quad U_2=3.8V$



各支路电流分别为

$I_1=（U_{S1}-U_1）/(R_{11}+R_{12})=(1-1.2)/(0.5+0.5)=-0.2A$

$I_3=（U_1-U_2+U_{S3}）/R_3=0.4A$

$I_4=（U1-U2）/R4=-2.6A$

$I_5=U_2/R_5=3.8A$

2-8、迭加定理

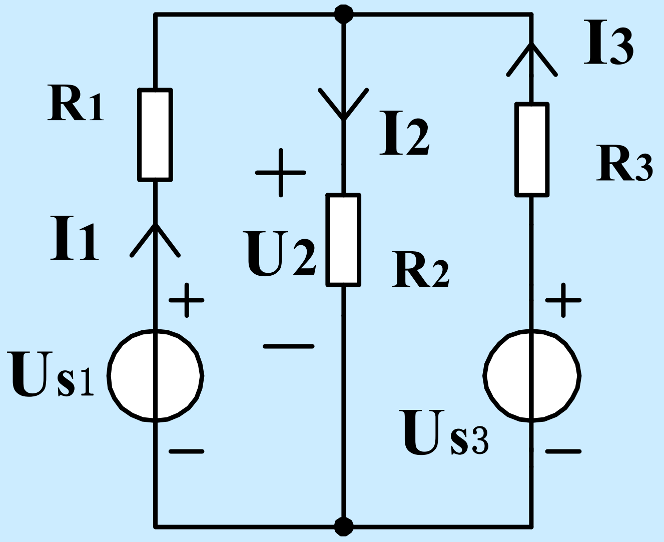
❖概念

线性电路中任一支路电流（电压）等于各个独立源分别单独作用情况下所产生电流（电压）之代数和。

这里分别单独作用是指：

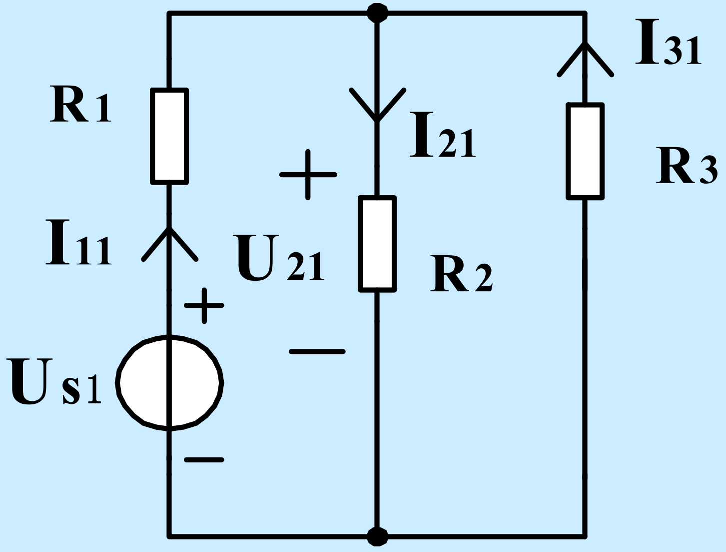
电路中其余电压源短路，其余电流源开路。

支路电压和支路电流的迭加

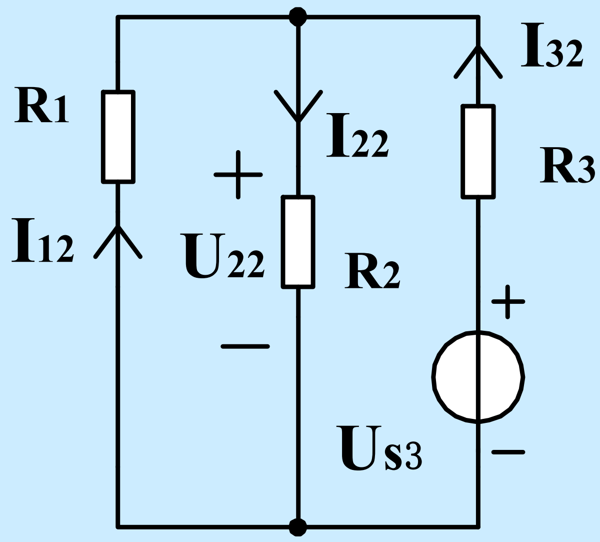


$$I_2=I_{21}+I_{22}$$

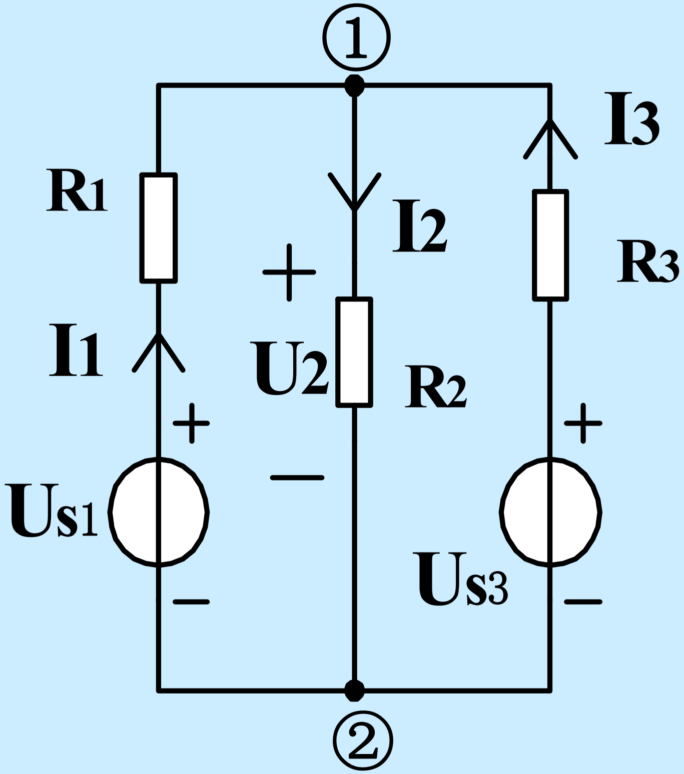
$$U_2=U_{21}+U_{22}$$



+



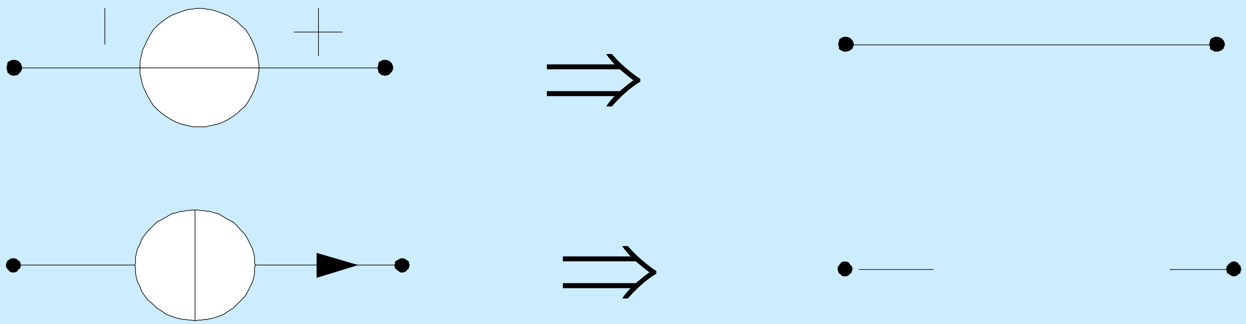
证：由齐尔曼定律，支路2的电压为



$$U2=\frac{\frac{Us1}{R1}+\frac{Us3}{R3}}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}=\frac{\frac{Us1}{R1}}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}+\frac{\frac{Us3}{R3}}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}$$

❖讨论：

1、 迭加定理中，不起作用的电压源元件短路，不起作用的电流源元件开路：



2、 迭加定理计算时，独立电源可分成一个一个源分别作用，也可把电源分为一组一组源分别作用。

3、迭加定理只适合于线性电路，非线性电路的电压电流不可迭加 。

4、无论线性、非线性电路，功率 P 均不可迭加。

设： $I_1 = I'_1 + I''_1$

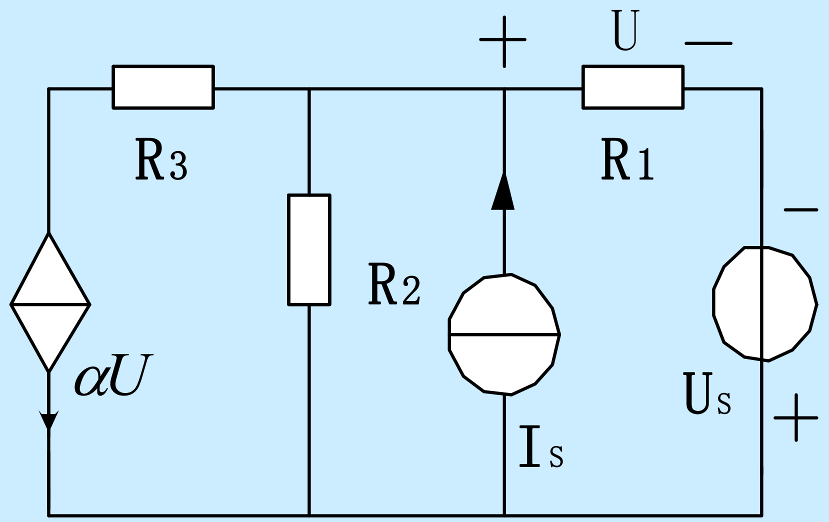
$$P = I^2 R = (I'_1 + I''_1)^2 R = I'^2_1 R + I''^2_1 R + 2I'_1 I''_1 R$$

$$= P'_1 + P'_2 + 2I'_1 I''_1 R$$

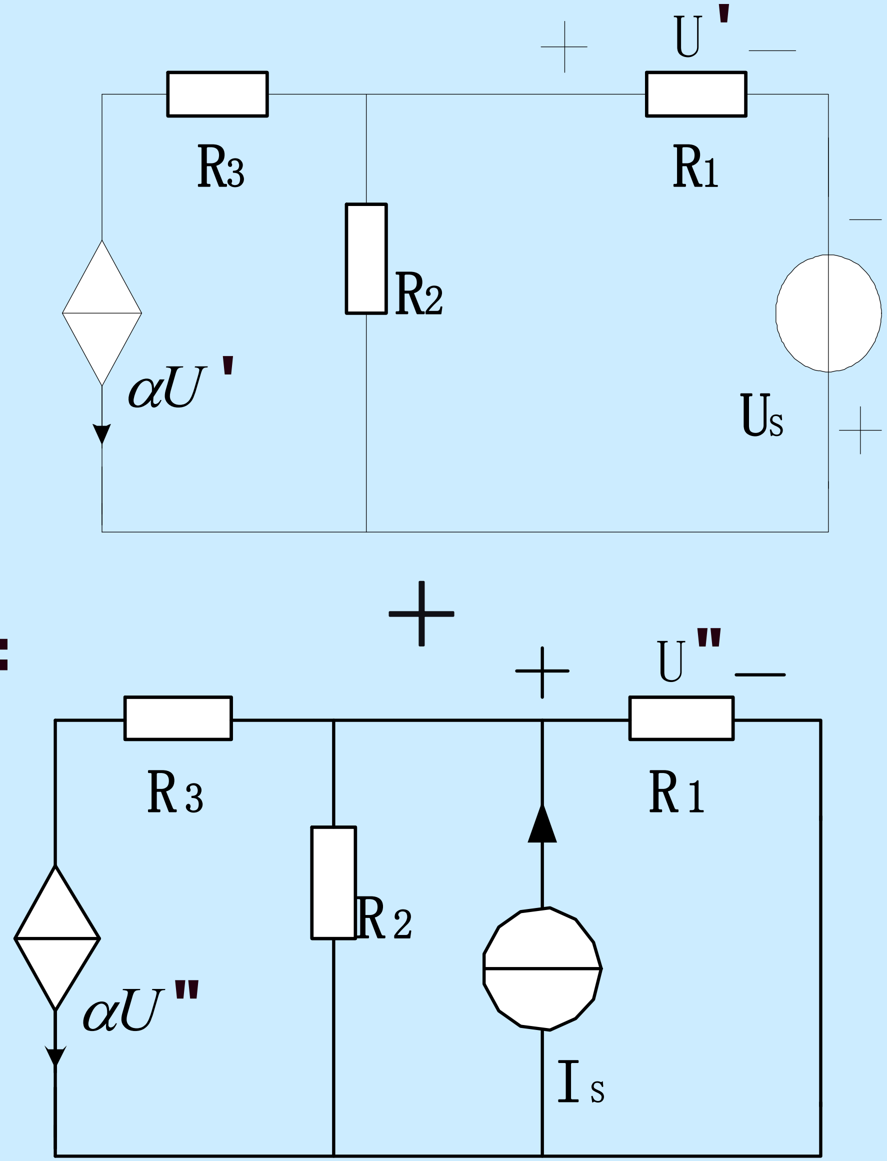
显然： $P \neq P'_1 + P'_2$

5、迭加定理一般并不直接用来解题，而多用来分析电路，推导定理。

6、电路包含受控源时，每次迭加受控源元件均存在（受控源与电阻器件一样处理)。



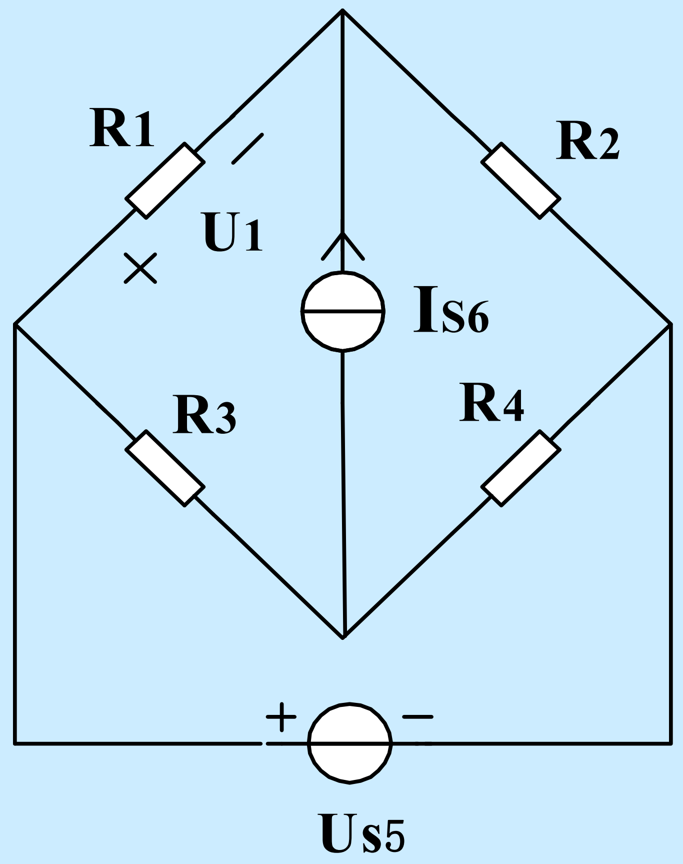
求电压**U.**



例1　电路如图所示，已知**R1=2 Ω**

R2=R3=4 Ω，R4=8 Ω，Is6=1A，

为使**U1=0V，Us5**应为多少？



解：应用迭加定理，当**Is6**起作用时，**R1**上电压为

$$U_1' = -R_1 \frac{R_2}{R_1+R_2} I_{S6} = -\frac{4}{3}(V)$$

当**Us5**起作用时，**R1**上电压为

$$U_1'' = U_{S5} \frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{1}{3} U_{S5}$$

由题意，　$U_1 = U_1' + U_1'' = 0$

得：　**Us5 = 4 V**

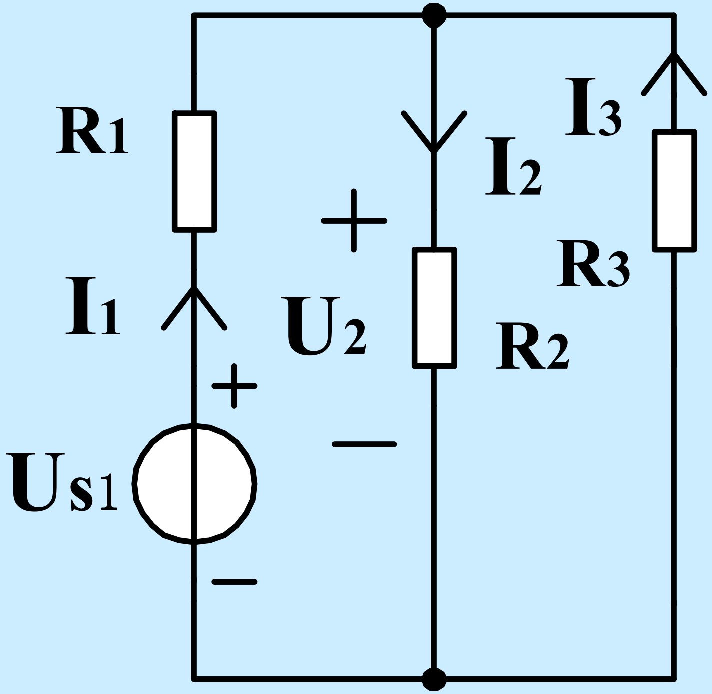
§2-9、线性定理

❖内容

1）线性电路中，当只有一个独立电压源或一个独立电流源作用时，输出响应（支路电压或电流）与电源成正比。

$$U2 = \frac{\frac{Us1}{R1}}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}$$

$$= \alpha Us1$$



当电压源激励时，支路、电压电流可描述为：

$$I = gU_S 或 U = \alpha U_S$$

当电流源激励时，支路、电压电流可描述为：

$$I = \beta I_S 或 U = rI_S$$

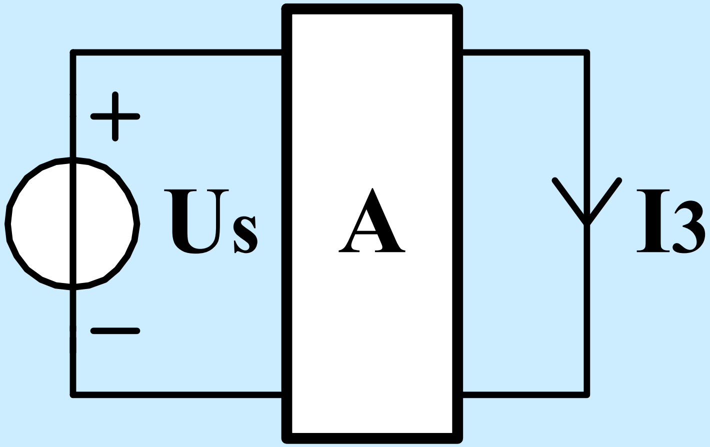
2）根据迭加定理和线性定理，支路电压、电流可表示为：

$$I_k = \sum_{j=1}^{n} g_{kj} U_{Sj} + \sum_{i=1}^{m} \beta_{ki} I_{Si}$$

$$U_k = \sum_{j=1}^{n} \alpha_{kj} U_{Sj} + \sum_{i=1}^{m} \gamma_{ki} I_{Si}$$

上式为线性定理的一般表达式。

例1 如图电路，A 为有源电路，
当U_s=4V时，I_3=4A；
当U_s=6V时，I_3=5A；
求当U_s=2V时，I_3为多少？



解：由线性定理，I_3可表示为

$$I3 = G1 \times Us + \sum_{i=1}^{n} GiUsi + \sum_{j=1}^{m} kjIsj$$

由于A内电源不变，上式又可写为

$I_3 = G \times U_s + I_0$ 式中I_0 为A内所有电源产生的分量，

由给出的条件 得

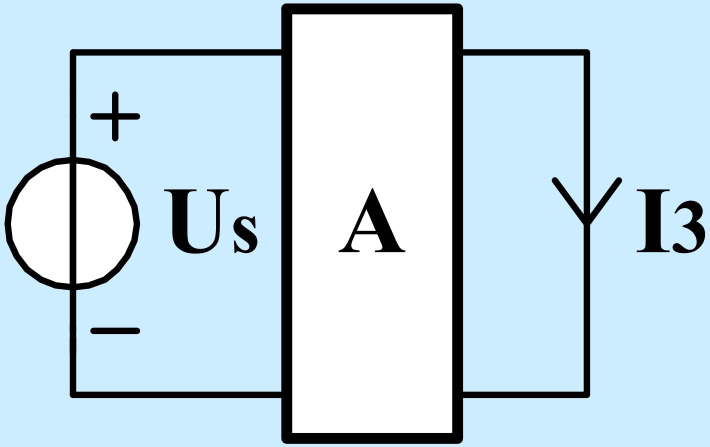
$4=4G+I_0$

$5=6G+I_0$

解得: $G=0.5$, $I_0=2$

即 $I_3=0.5U_s+2$

当U_s=2V时，I_3=3A。

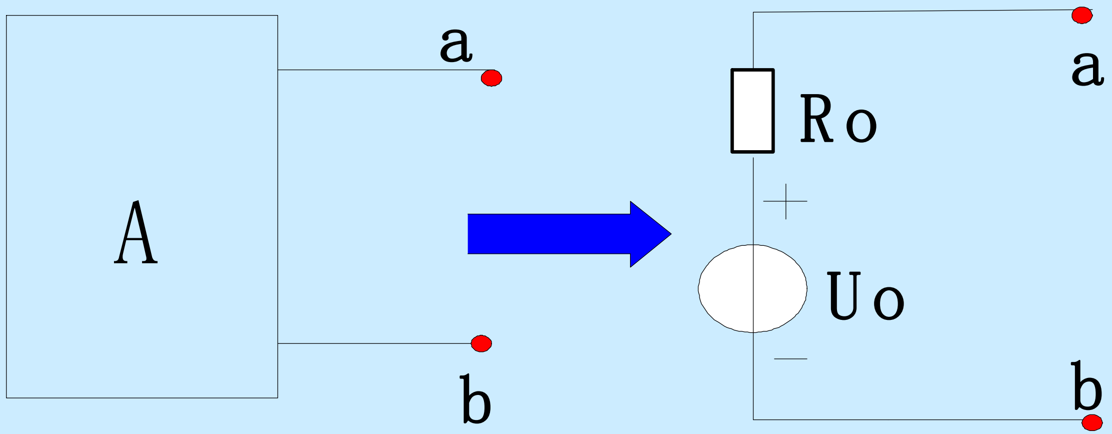


§2-11戴维南定理

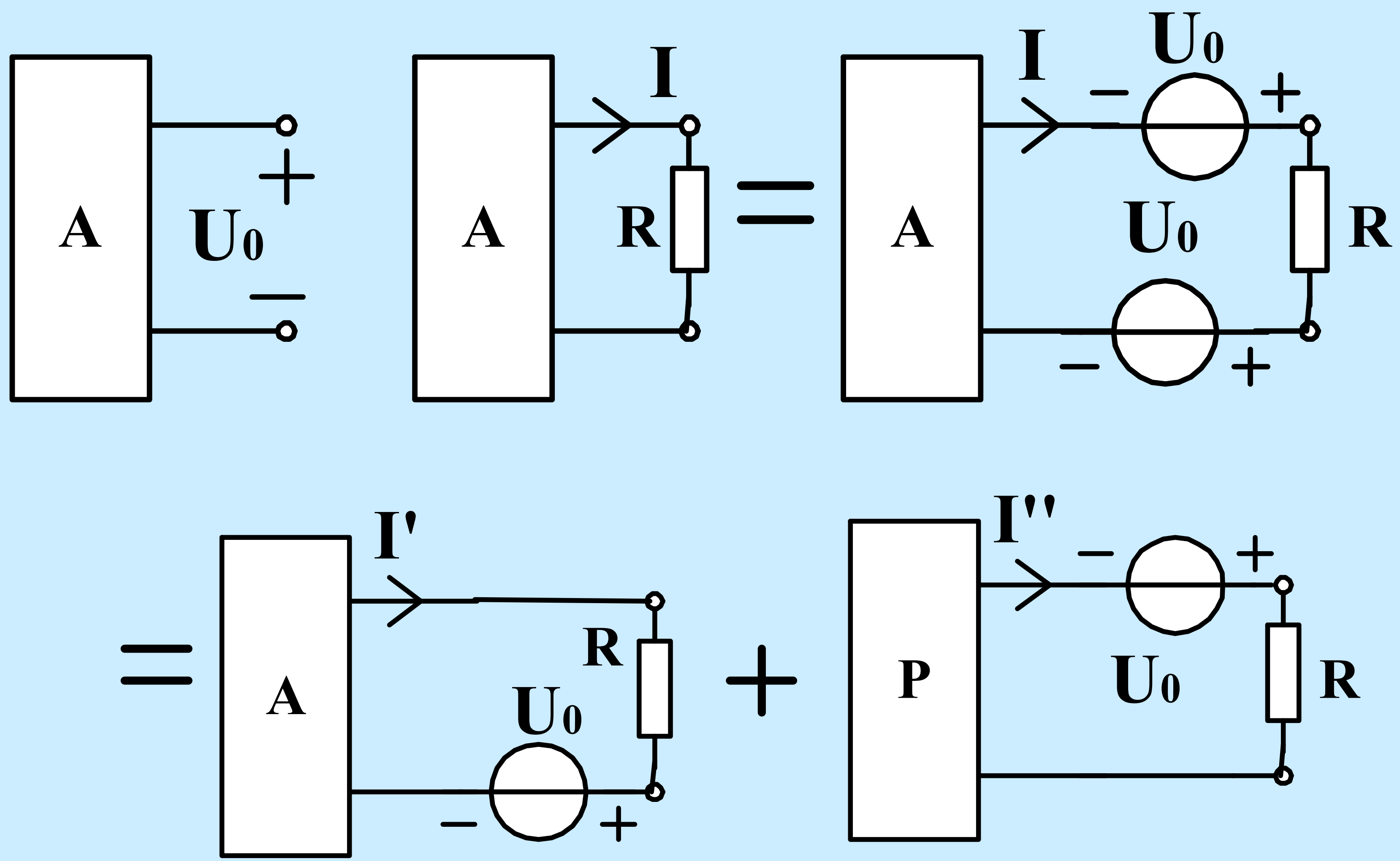
戴维南定理：任一线性有源一端口网络，对其余部分而言，可以等效为一个**电压源Uo**和**电阻Ro** 相串联的电路，其中：

Uo : 等于该一端口网络的开路电压，且电源的正极和开路端口高电位点对应；

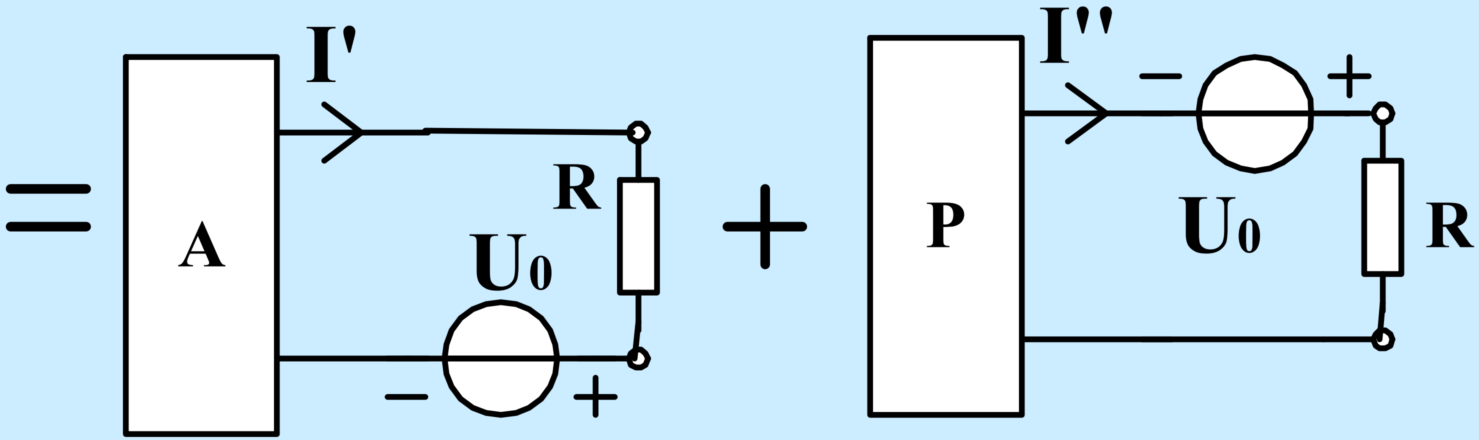
Ro : 等于令该有源一端口网络内所有**独立源**均为零时所构成的无源一端口网络的等效电阻。

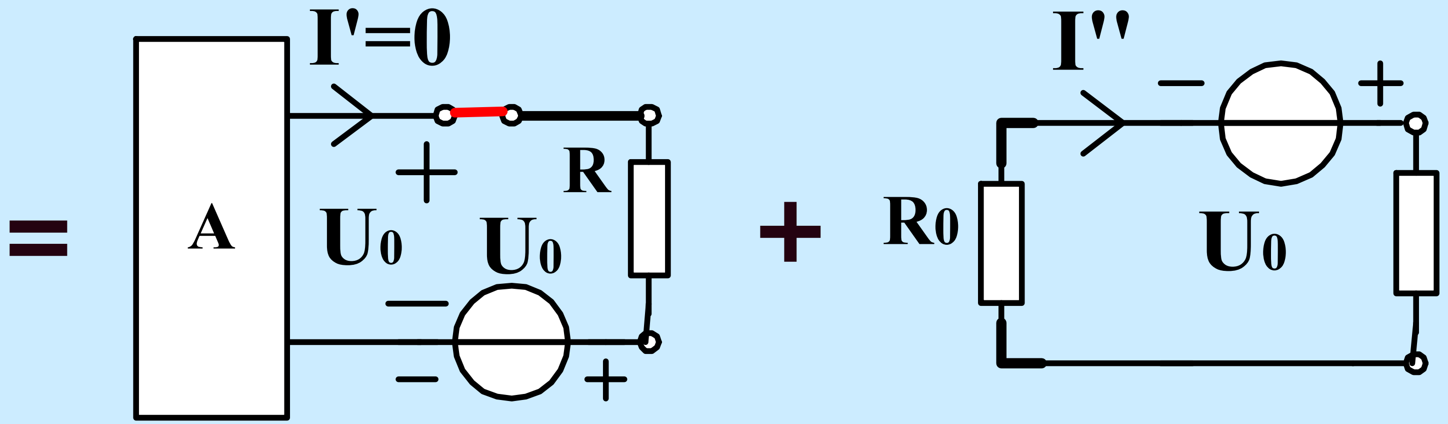


证明一 （迭加定理证明）



$$\mathbf{I = I' + I''}$$



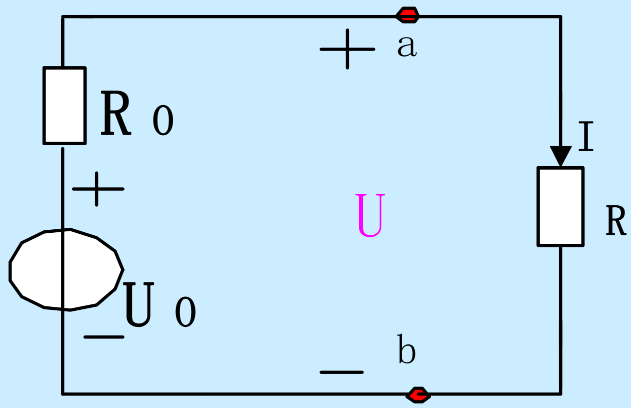


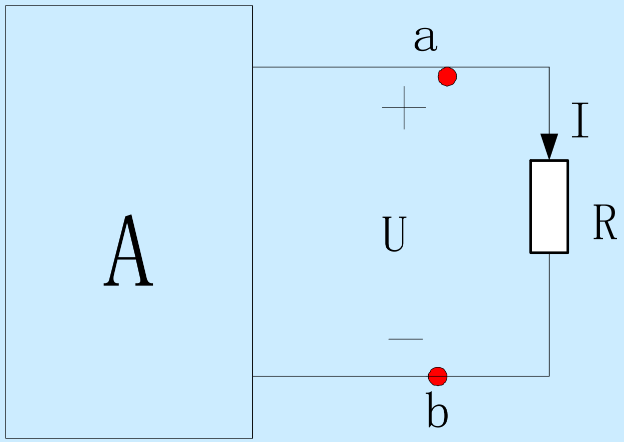
$$I = I' + I'' = I''$$

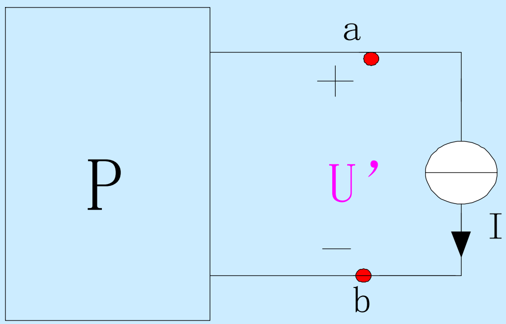
证毕。

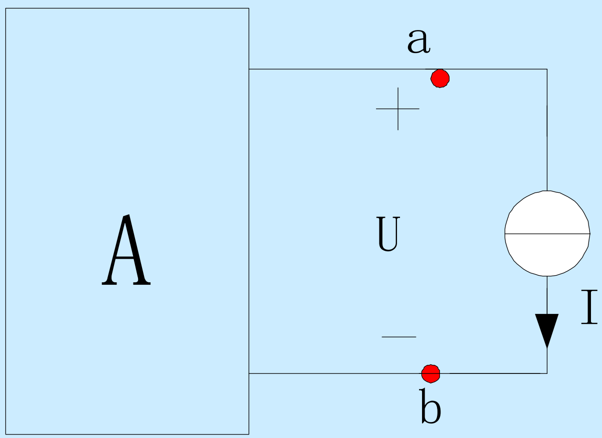
证明二:

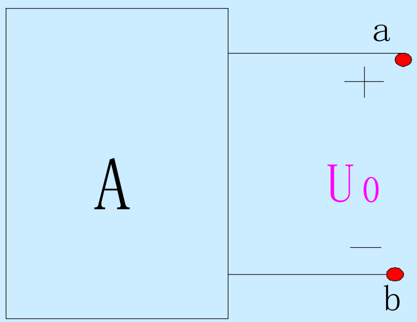
$$U = U_O - R_O \times I$$











$$U' = -R_0 I$$

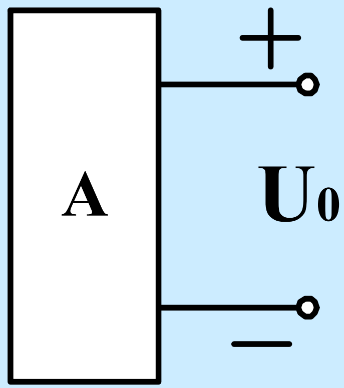
$$U = U_0 + U'$$

$$= U_0 - R_0 I$$

等效电路的开路电压Uo和入端电阻Ro的求解：

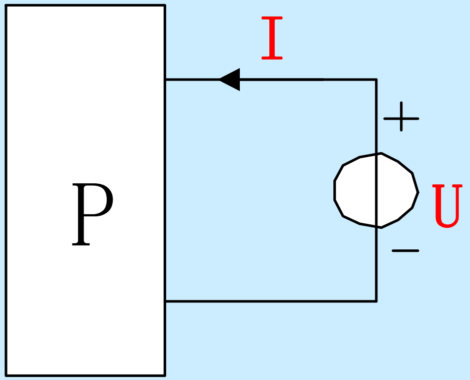
1、开路电压Uo：

输出端开路，求开路电压；



2、入端电阻的求法：

1）加压法：电路中独立电源拿掉，即电压源短路，电流源开路，外加电压U求输入电流I，

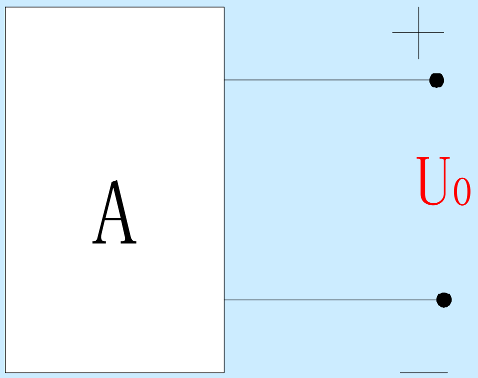


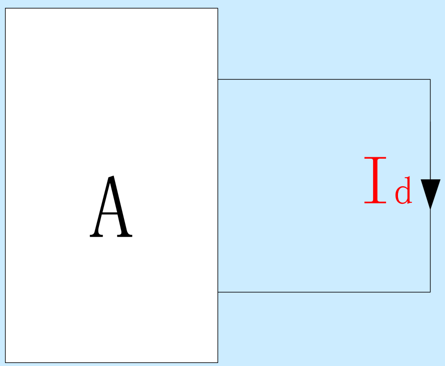
入端电阻为 $R_0 = \dfrac{U}{I}$

也可对电路加一个电流源I，求输入端电压U，来求入端电阻！

2）开路短路法

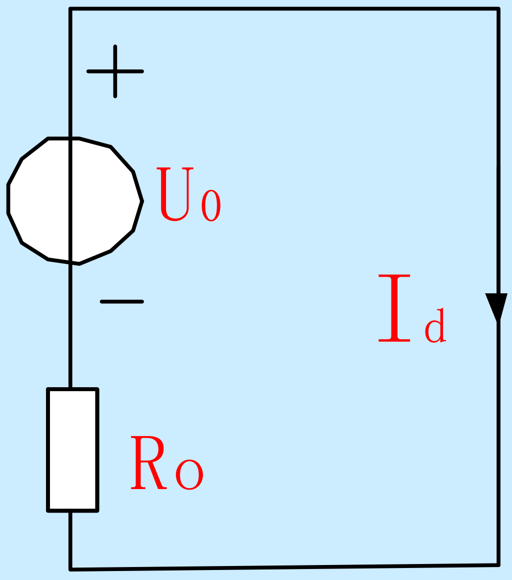
先求开路电压和短路电流，得 $Ro = \dfrac{U_0}{I_d}$



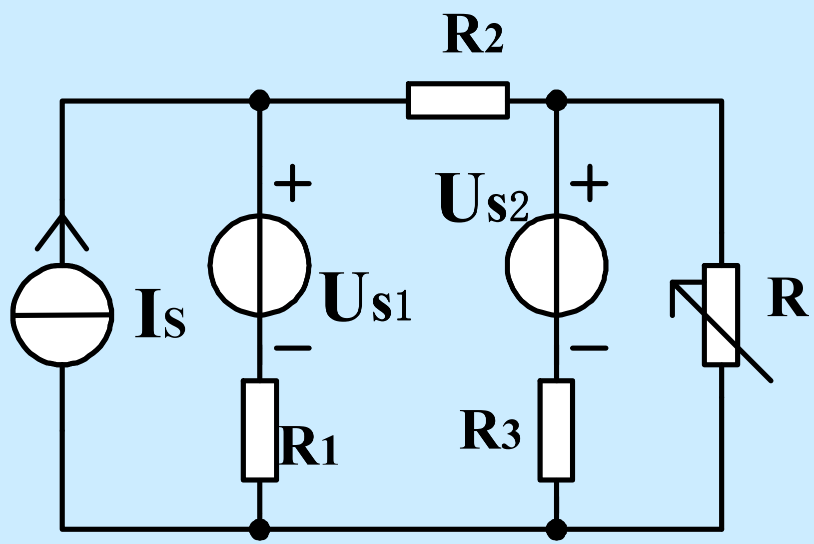


$$\because I_d = \frac{U_0}{R_0}$$

$$\therefore R_0 = \frac{U_0}{I_d}$$



例1：已知R1=R2=10Ω，R3=5Ω，U_{S1}=20V，U_{S2}=5V，I_S=1A，R可调，问R为多大时可获最大功率，此功率为多少？



解：求R左面电路的戴维南等效电路，用网孔电流法求I_1

$$(R1+R2+R3)I_1-R1\times I_S$$

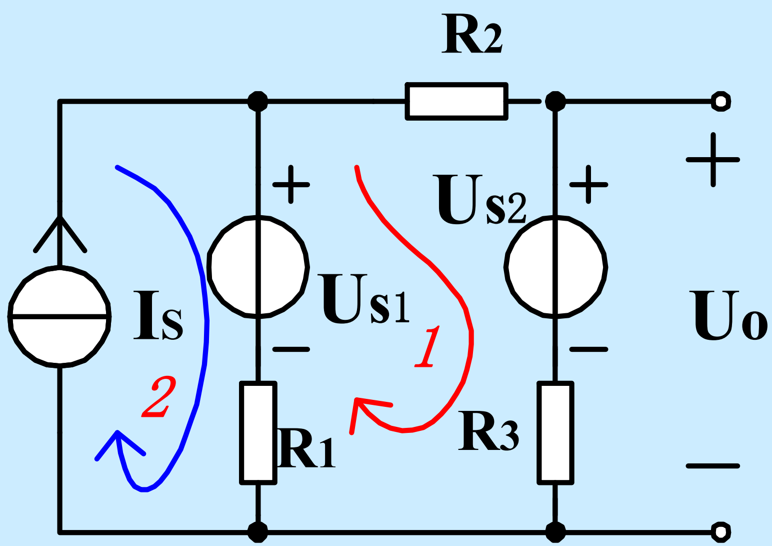
$$=U_{S1}-U_{S2}$$

$$25\times I_1-10=15$$

得 $I_1=1\ A$

开路电压为

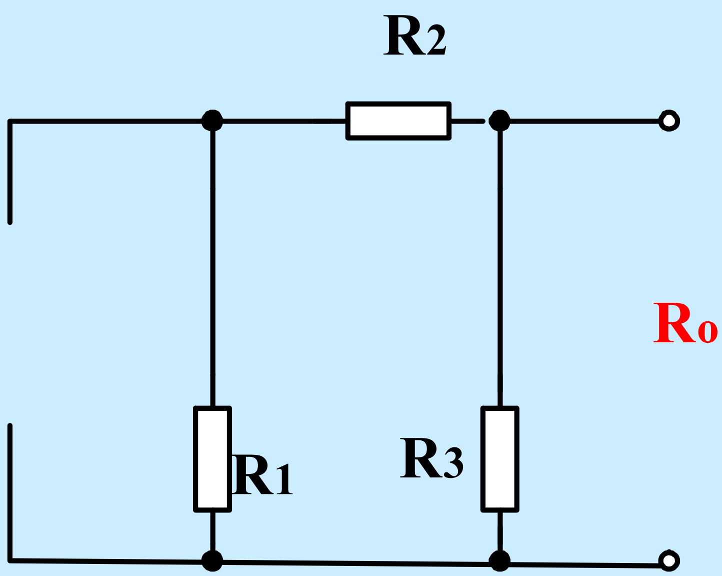
$$U_O=U_{S2}+R3\times I_1=10\ V$$



求入端电阻，电路如图

Ro=(R1+R2)//R3

=20//5=4 Ω

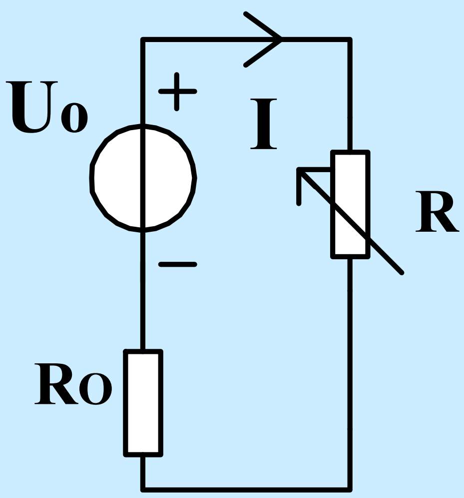


由最大功率传输原理，当

R=Ro=4 Ω 时

电阻R上可得最大功率

$$P_{\max} = \left(\frac{Uo}{Ro+R}\right)^2 R = \frac{Uo^2}{4Ro} = 6.25W$$

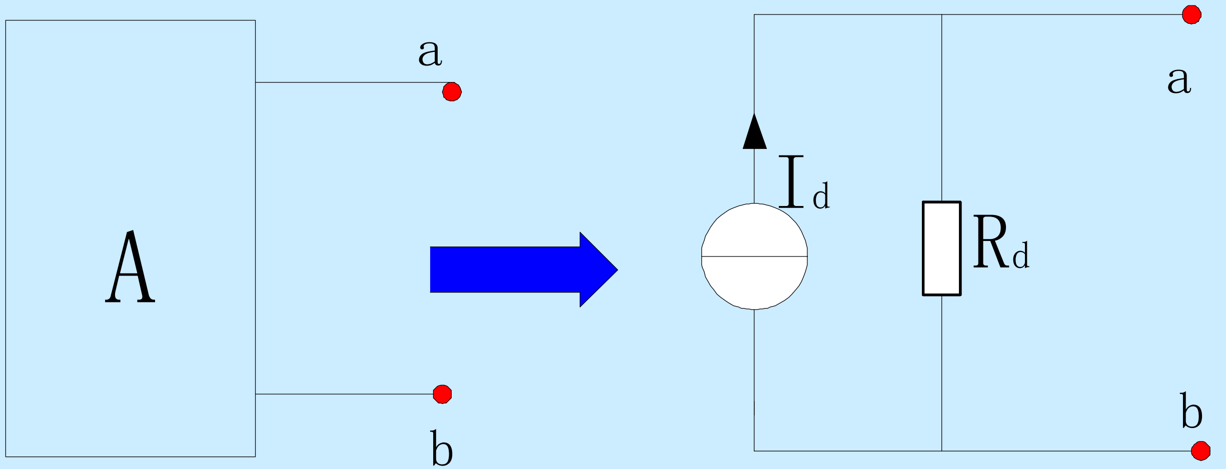


§2-12 诺顿定理

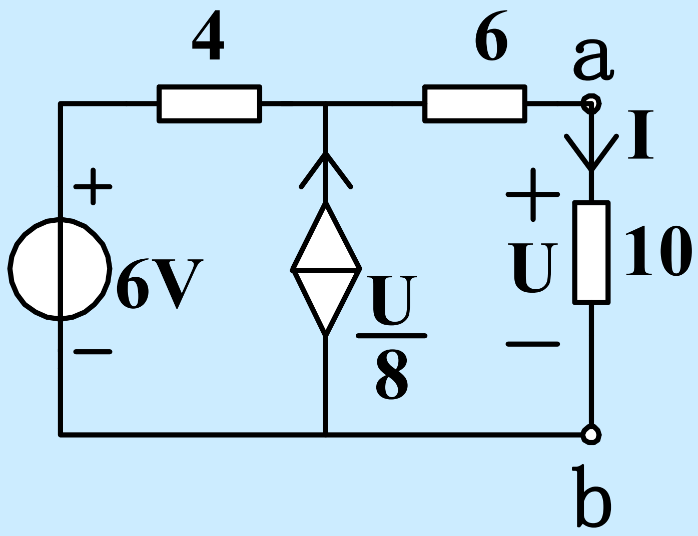
诺顿定理: 任一线性有源一端口网络**A,**对其余部分而言，可以等效为一个电流源**I_d** 和一个电阻 **R_o**(电导**G_o**)相并联的电路,其中：

I_d等于该一端口网络的短路电流；

R_o 等于将所有独立源移去后所构成的无源一端口网络的等效电阻。

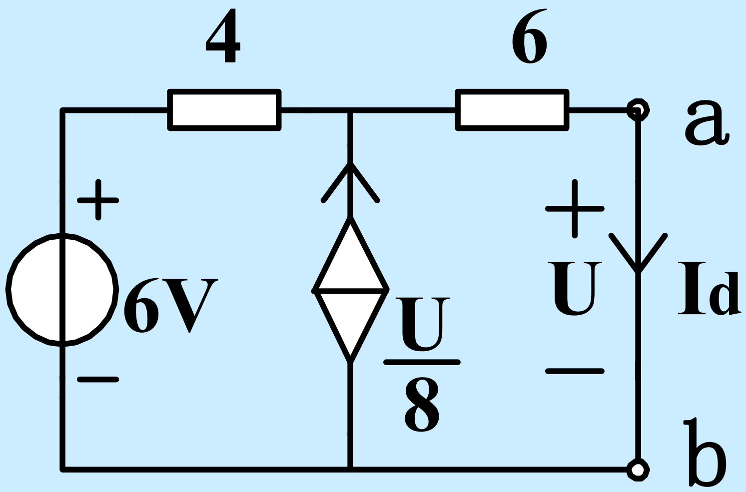


例1:利用诺顿定理求电流I?

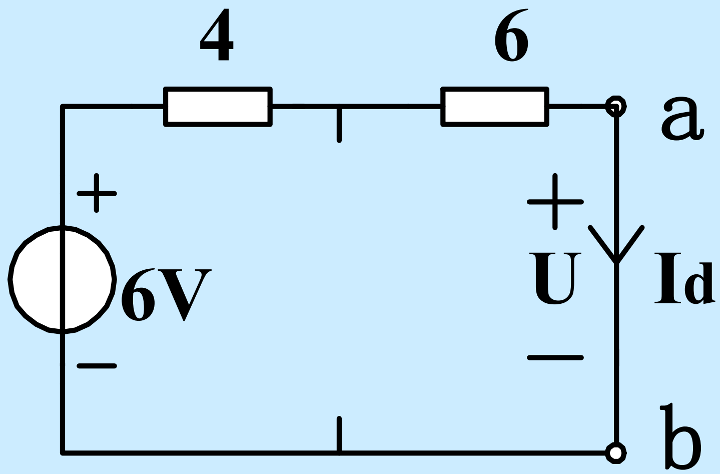


求**a-b**左侧的诺顿等效电路

1)求短路电流，



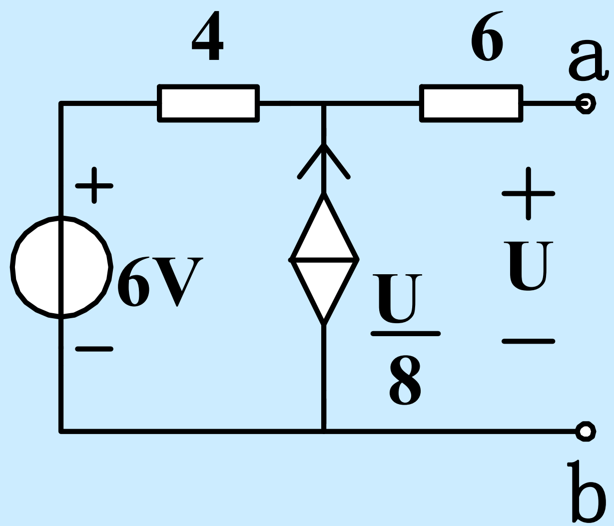
=



Id=0.6 A

2）开路短路法求入端电阻：

开路电压

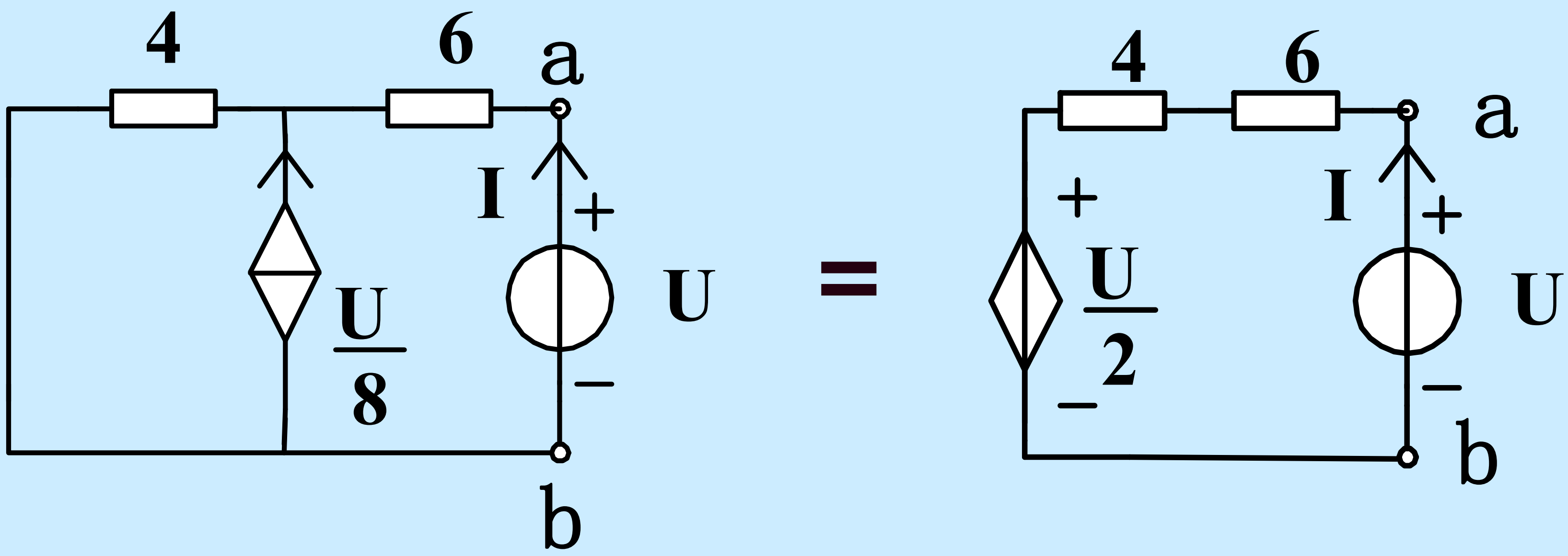


$$U = 4 \times \frac{U}{8} + 6$$

$$U = 12(V)$$

$$R_d = \frac{U_0}{I_d} = \frac{12}{0.6} = 20(\Omega)$$

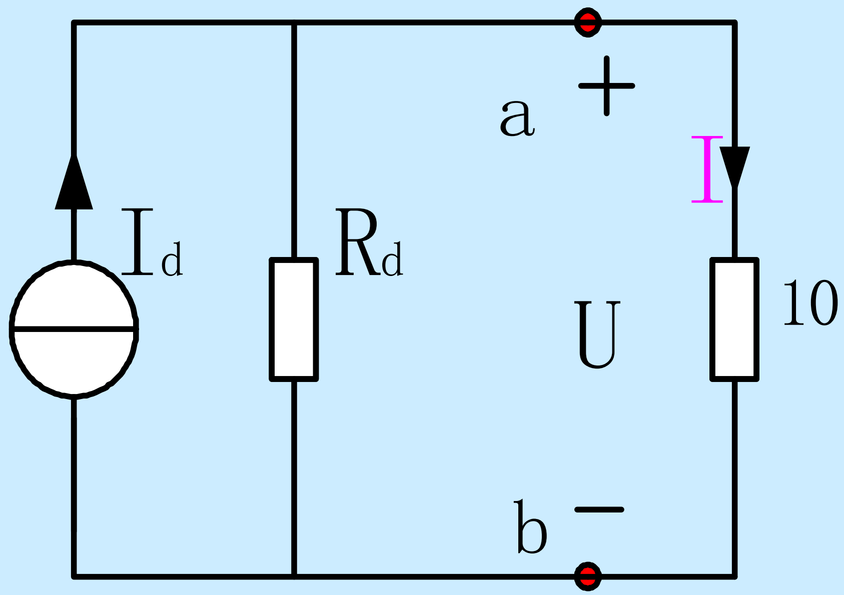
3）加压法求入端电阻：



I=（U—U/2）/10=U/20 A

Rd=U/I=20 Ω

最后解得电流为



$$I = I_d \frac{R_d}{R_d + 10}$$

$$= 0.6 \frac{20}{20 + 10} = 0.4(A)$$