第四章 网络定理

4－1 叠加定理

4－2 替代定理

4－3 戴维南定理和诺顿定理

4－4 最大功率传输定理

4－5 特勒根定理

4－6 互易定理

叠加定理

一、线性电路

线性 ➡ 量与量之间按比例、成直线的关系

⬇

在数学上可以理解为一阶导数为常数的函数

线性元件➡ 某些属性不会随着其它因素的变化而变化

R、C、L

温度，电场，磁场等

受控源控制系数

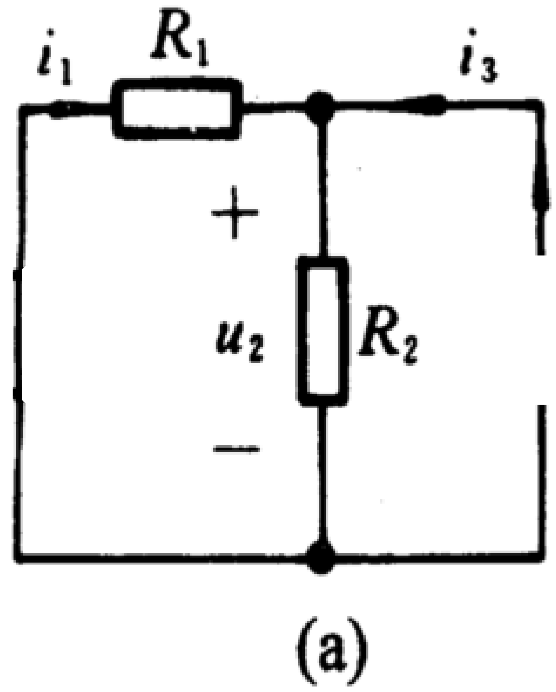
线性电路

线性元件和独立源构成的电路

复习：　　电压源置零————短路。

电流源置零————开路。

- 举例 求R_1上电流 i_1。



图示电路的方程

$$\begin{cases} R_1 i_1 + u_2 = u_S \\ u_2 = R_2(i_1 + i_S) \end{cases}$$

得R_1上电流i_1

$$i_1 = \boxed{\frac{1}{R_1 + R_2} u_S} + \boxed{\frac{-R_2}{R_1 + R_2} i_S} = \boxed{i_1'} + \boxed{i_1''}$$

二、线性电路的性质

只有一个电压源或电流源

➢<u>齐次性</u>:单个激励作用时，响应(某支路电压或电流)与激励成正比。

➢<u>可加性</u>:多个激励同时作用时，总响应等于每个激励单独作用(其余激励置零)时所产生的响应分量的代数和。

电压源短路；电流源开路

三、叠加定理的内容

全部独立电源在线性电路中产生的任一响应，等于每一个独立电源单独作用所产生的响应的代数和。

如果线性电路存在激励

$$e_1(t), e_2(t) \cdots e_m(t)$$

则响应

$$\boxed{r(t)} = k_1 e_1(t) + k_2 e_2(t) + \cdots + k_m e_m(t)$$

电路响应与激励之间的这种线性关系称为叠加性，它是线性电路的一种基本性质。

叠加定理应用注意事项

1. 适用于线性网络，非线性网络不适用；

2. 某一激励单独作用时，其它激励置零：
即独立电压源短路，独立电流源开路，电路其余结构都不改变，受控源均应保留；

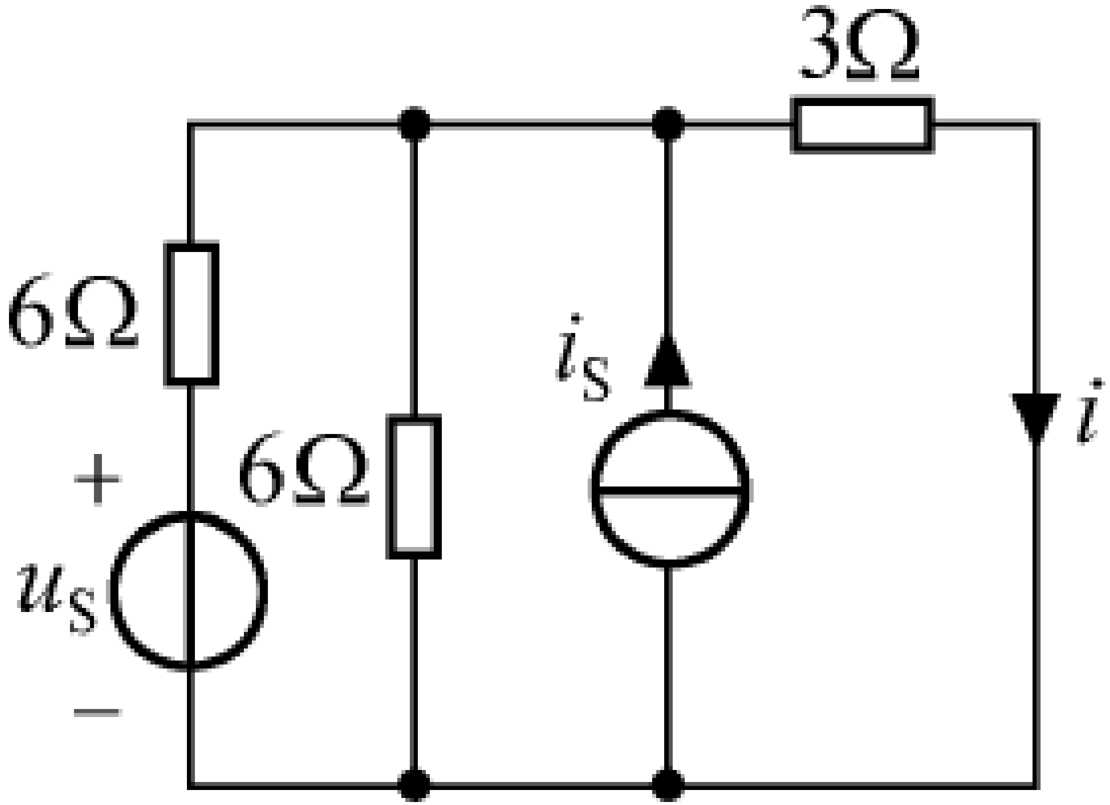
3. 受控源不能单独作用。

4. 叠加结果为代数和，注意电压电流参考方向；

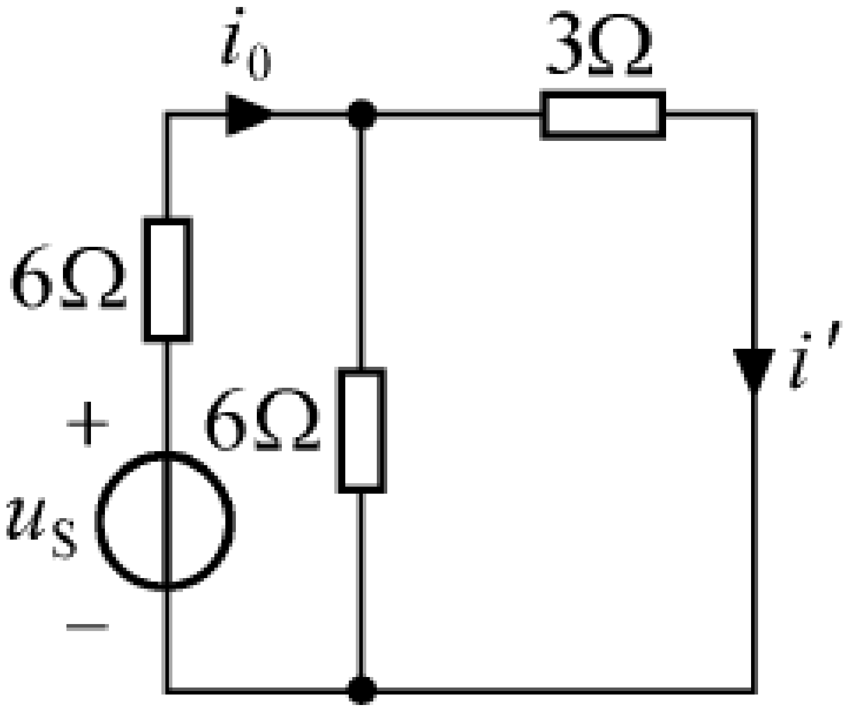
5.**只能**用于电压和电流，不能用于功率和能量的计算，它们是电压或电流的二次函数。

6. 要求：用叠加法分析电路时，要画出求分响应的电路图。

【例1】已知u_s＝12V，i_s＝6A，试用叠加定理求支路电流i。

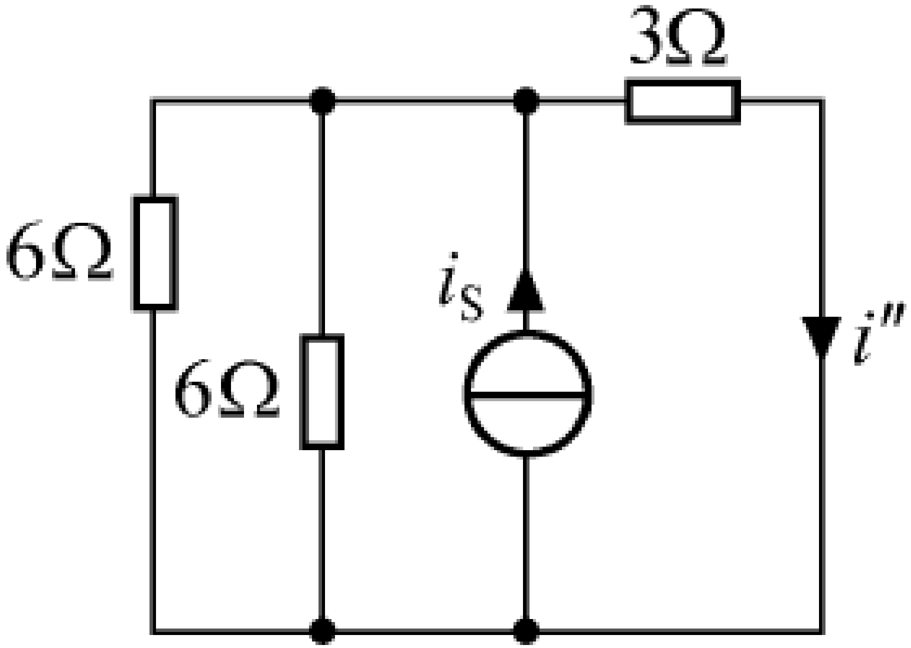


解：当u_s单独作用时，i_s因置零而被开路



$$i' = \frac{12}{6+6//3} \times \frac{6}{6+3} = 1\text{A}$$

当i_s单独作用时，u_s因置零而被短路，如图可得：



$$i''=6\times\frac{1/3}{1/6+1/6+1/3}=3\text{A}$$

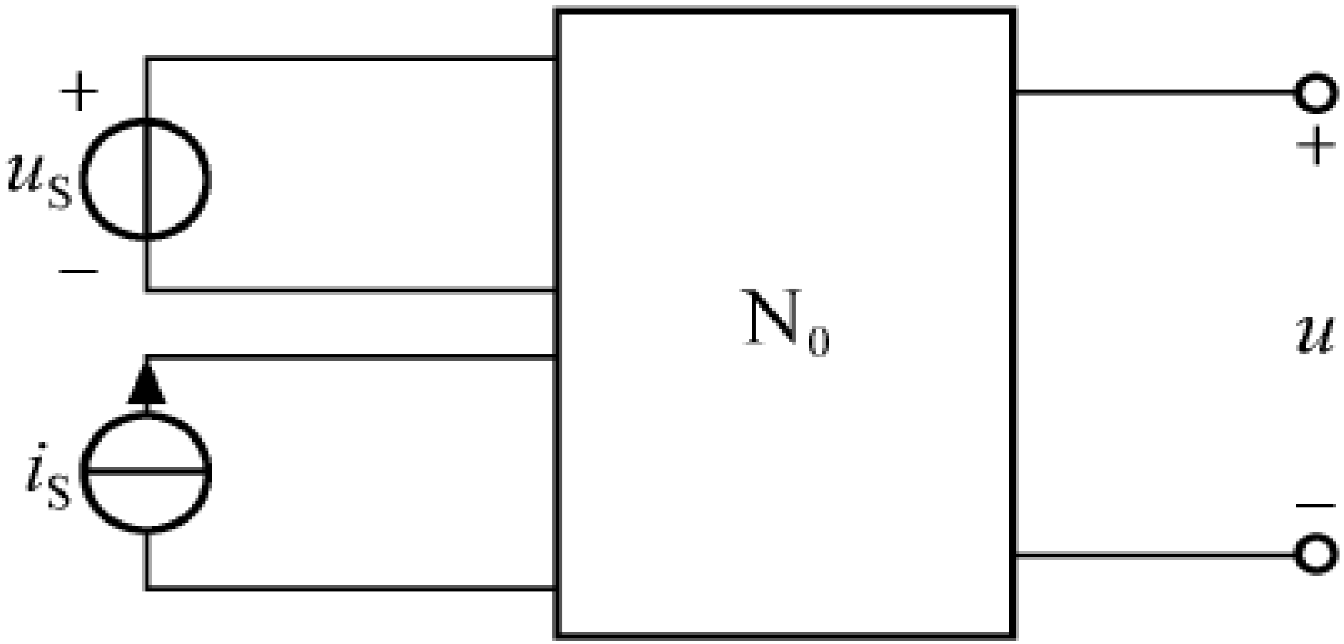
根据叠加定理，可得u_s和i_s共同作用下的响应：

$$i=i'+i''=4\text{A}$$

【例2】 N_o为线性无源网络,

当u_s=1V，i_s=1A时，u=0；当u_s=10V，i_s=0A时，u=1V；

求:当u_s=20V，i_s=10A时，u=？



解：线性网络N_o的响应u可表示为：

$$u = k_1 u_s + k_2 i_s \qquad k_1, k_2\text{为常数}$$

由已知条件可得： $k_1 \times 1 + k_2 \times 1 = 0$

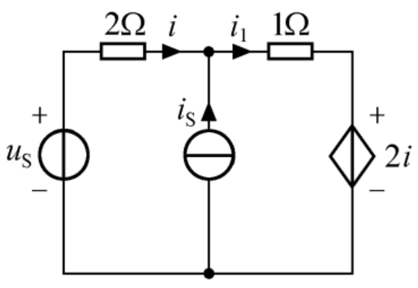
$k_1 \times 10 + k_2 \times 0 = 1$

解得： $k_1 = 0.1$， $k_2 = -0.1$

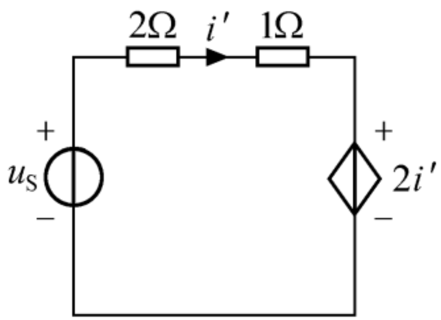
因此, 当$u_s = 20V$， $i_s = 10A$时,

$$u = k_1 \times 20 + k_2 \times 10 = 1V$$

【例 4-3】 电路如图 4-3（a）所示，已知 $u_S=10\text{V}$，$i_S=5\text{A}$；试用叠加定理求电流 i 和 1Ω 电阻消耗的功率。



(a)



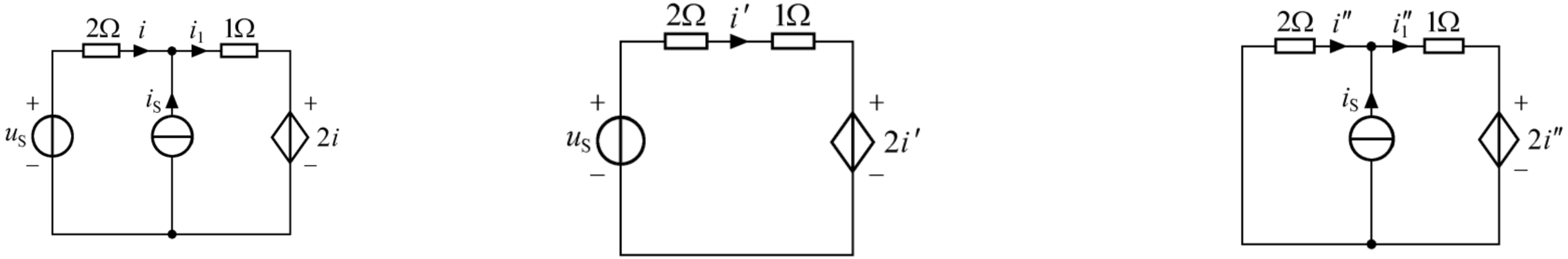
(b)

解：u_s单独作用时 ，i_s置零---开路，受控源保留，但控制量改为分电路中的相应量。由图(b）列出KVL方程

$$2i' + i' + 2i' - u_S = 0$$

$$i' = 2\text{A}$$

【例 4-3】 电路如图 4-3（a）所示，已知 $u_S=10\text{V}$，$i_S=5\text{A}$；试用叠加定理求电流 i 和 1Ω 电阻消耗的功率。



(a) (b) (c)

i_s单独作用时，u_s置零---短路，受控源保留，<u>但控制量改为分电路中的相应量</u>。由图(c)所示：

KCL方程 $\quad i'' - i_1'' = -5$

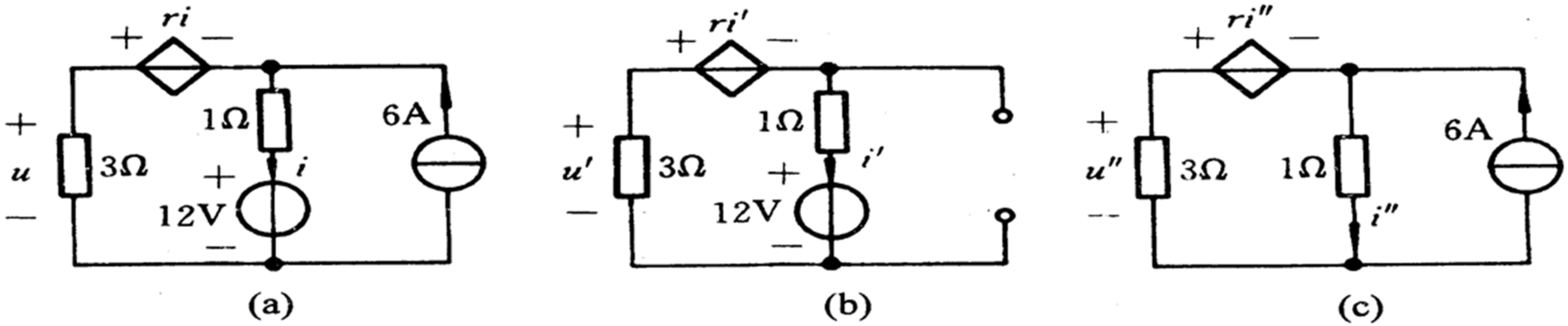
大回路KVL方程 $\quad 2i'' + i_1'' + 2i'' = 0$

$$i'' = -1\text{A}$$

叠加定理得： $\quad i = i' + i'' = 2\text{A} - 1\text{A} = 1\text{A}$

THE END

例3 $r=2\Omega$，用叠加定理求i和功率$p_{3\Omega}$

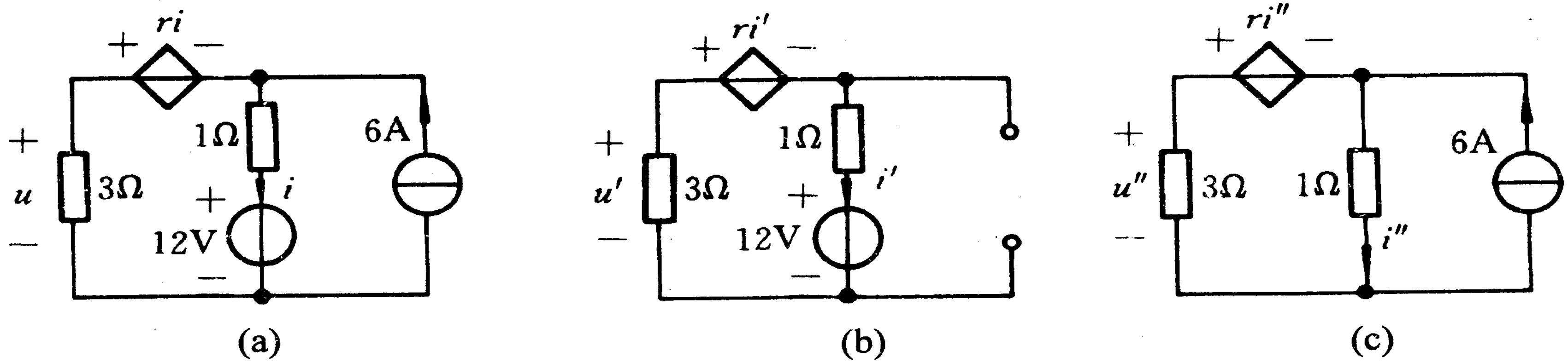


解：12V和6A单独作用如图(b)和(c)。(每个电路内均保留受控源，但控制量分别改为分电路中的相应量)。由图(b)列出KVL方程

$$2i' + 1\cdot i' + 12 + 3\cdot i' = 0$$

求得：

$$i' = -2\text{A} \qquad u' = -3\cdot i' = 6\text{V}$$



由（c）列出KVL方程

$$2i'' + 1 \cdot i'' - 3(6 - i'') = 0$$

求得：

$$i'' = 3\text{A} \quad u'' = 3(6 - i'') = 9\text{V}$$

则：

$$i = i' + i'' = -2 + 3 = 1\text{A}$$

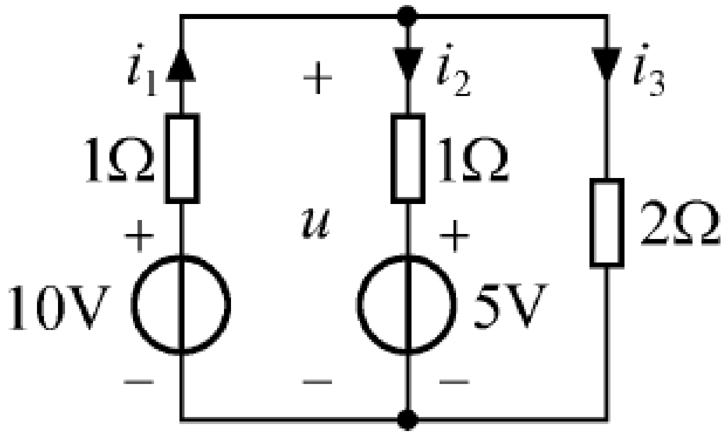
$$u = u' + u'' = 6 + 9 = 15\text{V}$$

最后得到：

$$p = u^2 / 3 = 75\text{W}$$

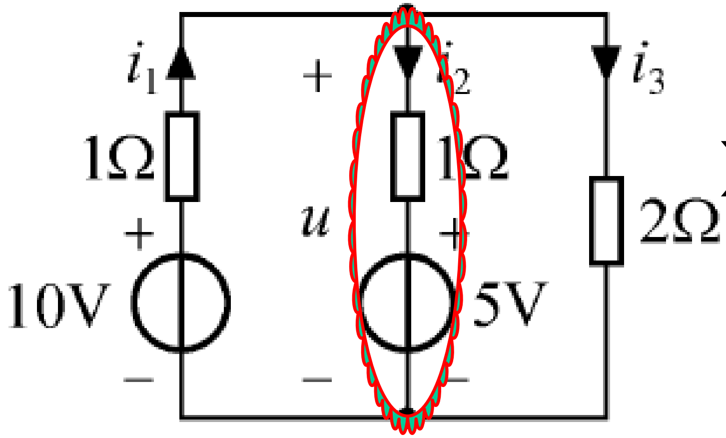
替代定理

举例：图示电路



$$i_1 = 4\text{A}$$
$$i_2 = 1\text{A}$$
$$i_3 = 3\text{A}$$
$$u = 6\text{V}$$

举例：图示电路

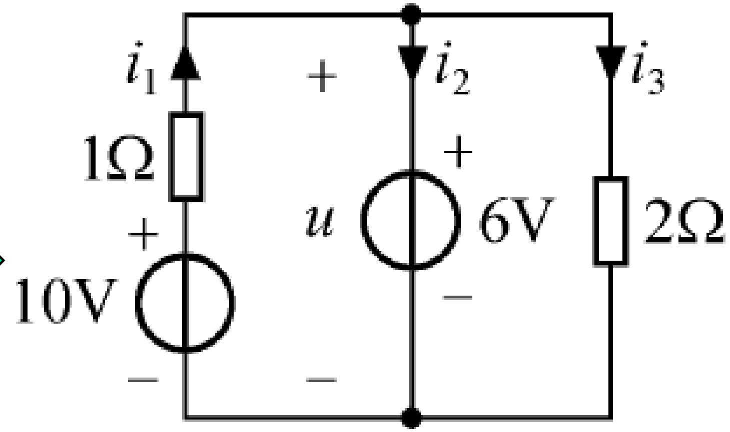


$i_1 = 4\text{A}$

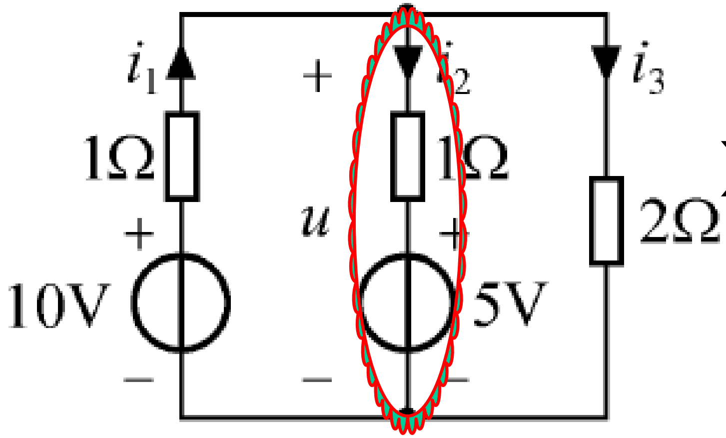
$i_2 = 1\text{A}$

$i_3 = 3\text{A}$

$u = 6\text{V}$



举例：图示电路

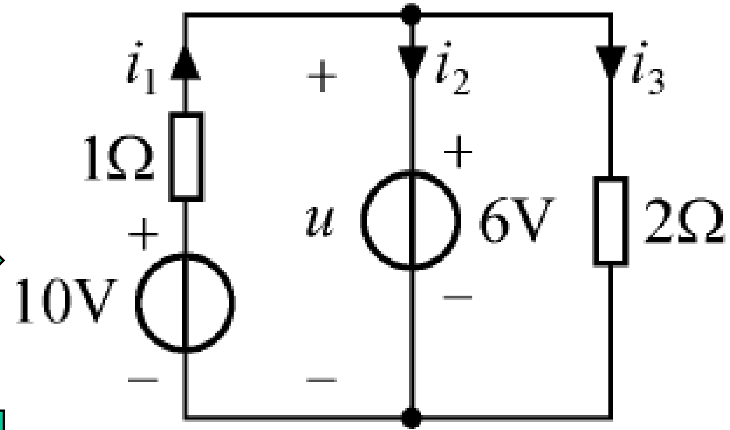


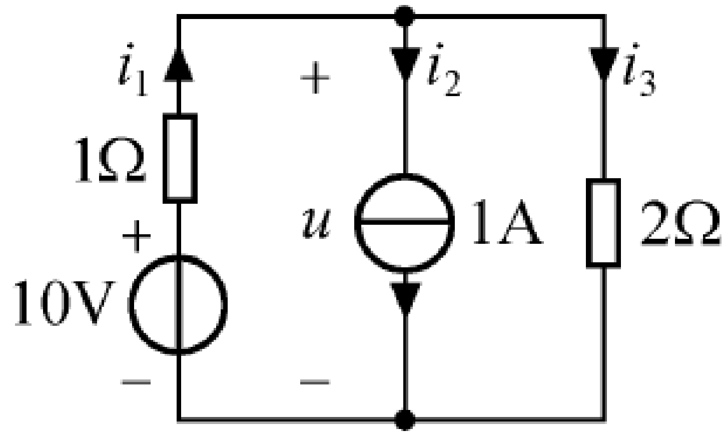
$i_1 = 4\text{A}$

$i_2 = 1\text{A}$

$i_3 = 3\text{A}$

$u = 6\text{V}$





替代定理

✓适用范围？

✓条件？

在具有唯一解的任意集总参数网络中，

若某条支路k与网络中的其它支路无耦合，

如果已知该支路的支路电压u_k (支路电流i_k)，

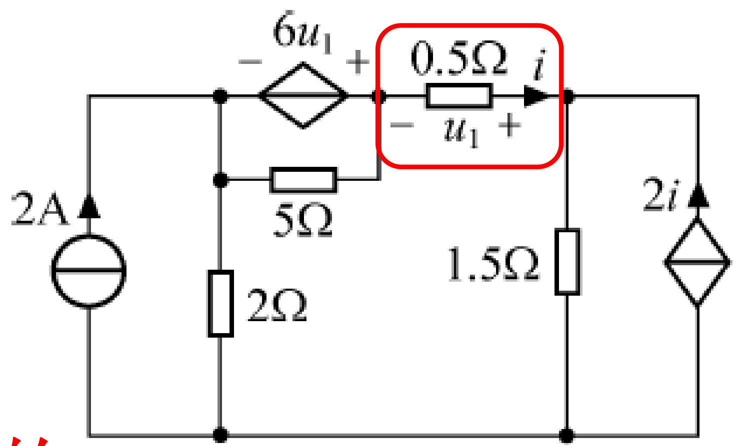
☞ 电压为u_k 的独立电压源 ☞ 电流为i_k的独立电流源

替代前后电路中各支路电压和电流保持不变。

注意：

①适用于任意集总参数网络

②所替代的支路与其它支路无耦合；

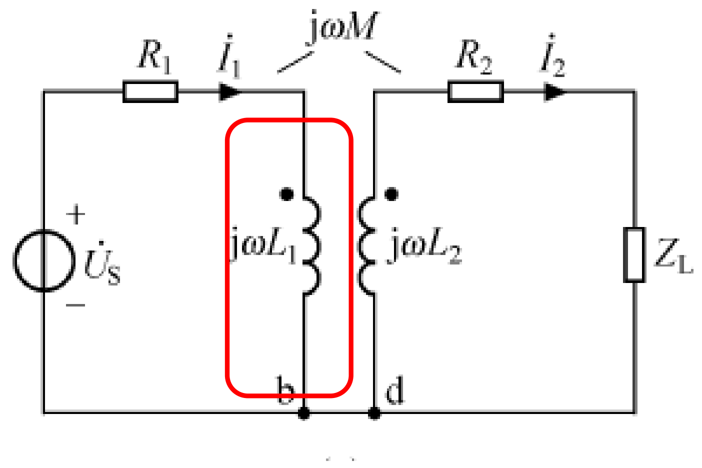


线性的、非线性的；时不变的、时变的；有源的、无源的。

注意：

①适用于任意集总参数网络

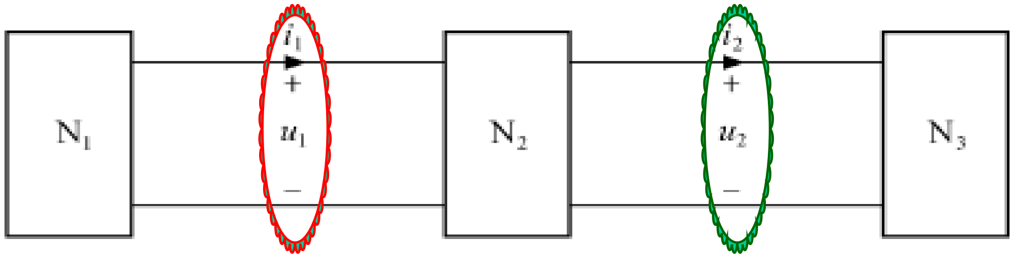
②所替代的支路与其它支路无耦合；



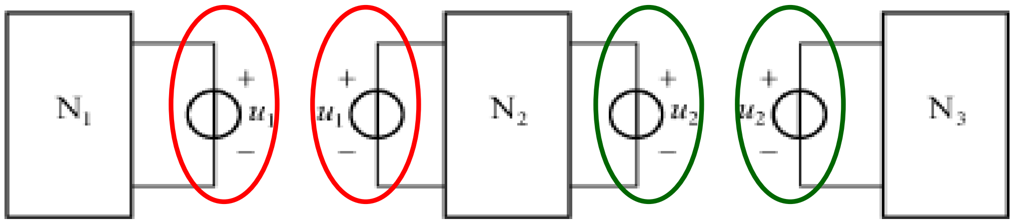
③ “替代” 与 “等效变换” 是不同的概念

元件替代支路　　　端口相互转换

④替代定理中的已知支路可推广为已知端口电压或电流的二端网络（有源、无源），
可将大网络分裂成小网络，简化分析。

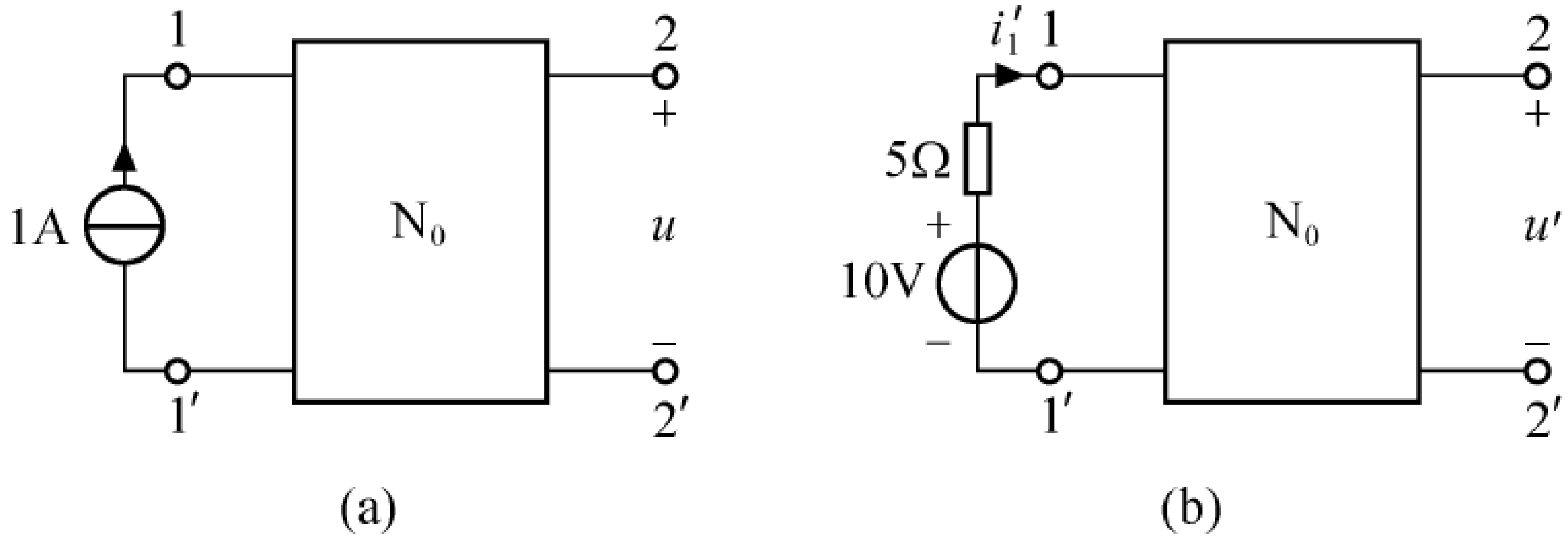


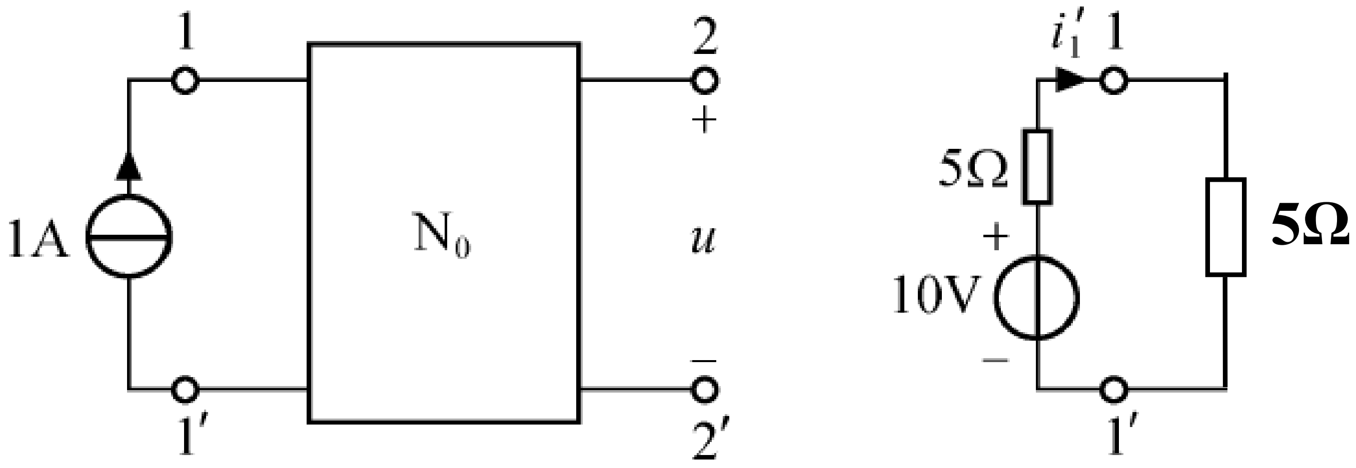
(a)



(b)

【例】 无源网络N_o的22′端开路时，11′端的输入电阻为5Ω；如(a)图11′端接1A时，22′端电压u=1V。求(b)图11′端接5Ω和10V的实际电压源时，22′端的电压u'=?

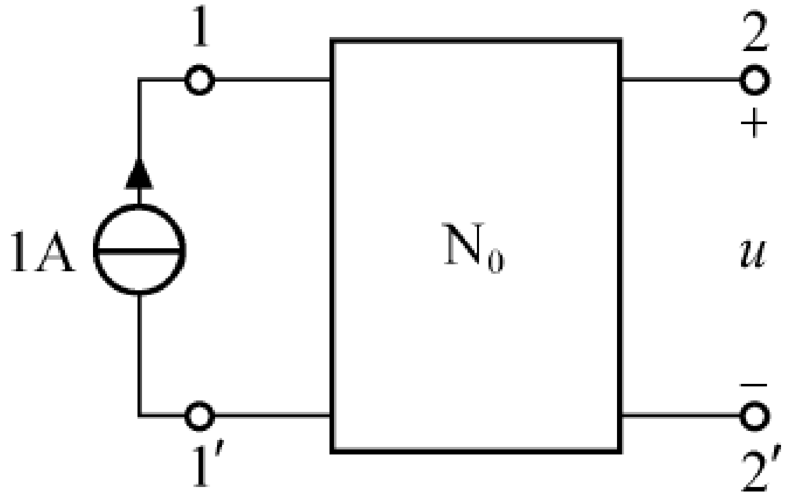




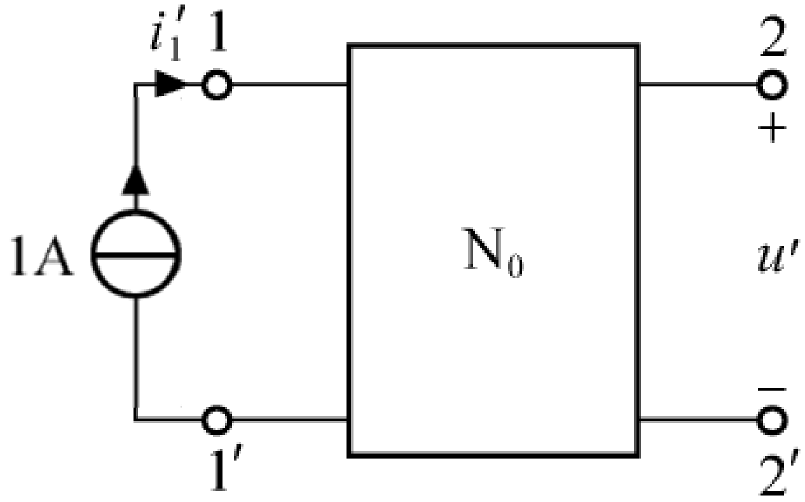
(a) (b)

解：22′ 端开路时， 11′ 端的输入电阻为5Ω，

$$i_1' = \frac{10}{5+5} = 1\text{A}$$



(a)



(b)

(b)图11′支路用1A的电流源替代， 替代后的电路与(a)图相同

$$u' = u = 1\text{V}$$

THE END

特勒根定理

★特勒根第一定理

功率守恒

任意一个具有b条支路、n个节点的集总参数网络，

设它的各支路电压和电流分别为u_k和i_k(k=1、2、3、…b)，

支路电压和电流取关联参考方向

$$\sum_{k=1}^{b} u_k i_k = 0$$

即所有支路吸收功率的代数和为零。

★ 特勒根第二定理

似功率守恒

N 有向线图相同 N′

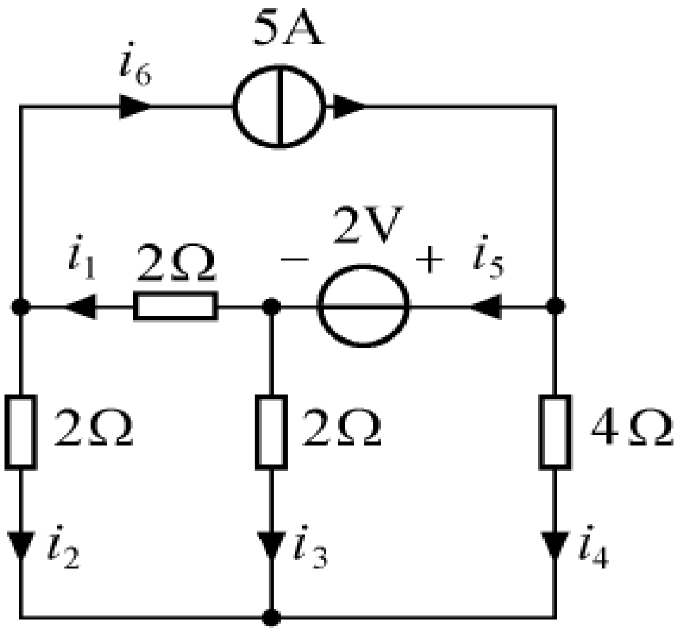
关联参考方向

支路电压： u_k u'_k

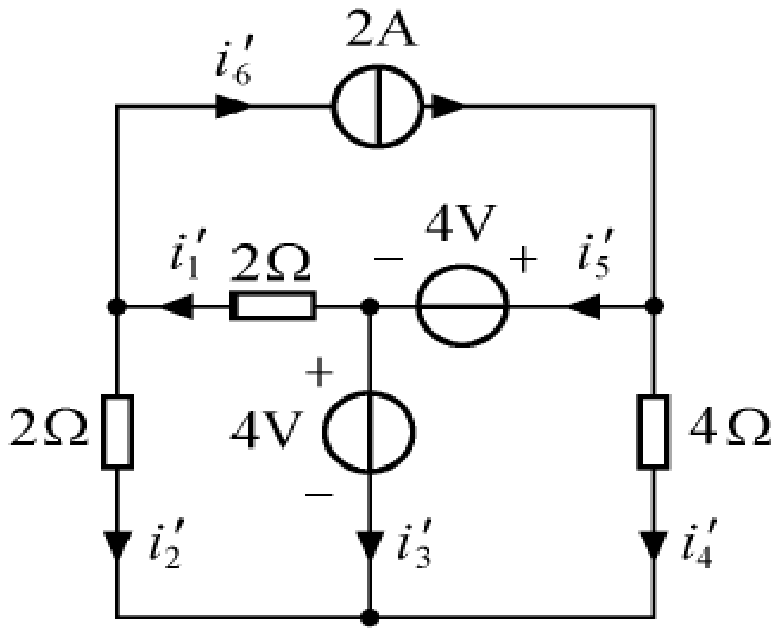
支路电流： i_k i'_k

$$\sum_{k=1}^{b} u_k i_k' = \sum_{k=1}^{b} u_k' i_k = 0$$

验证

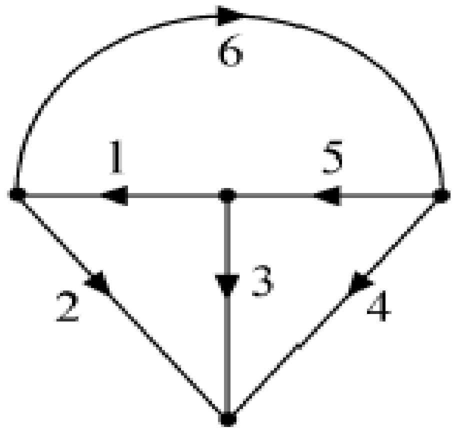


(a)



(b)

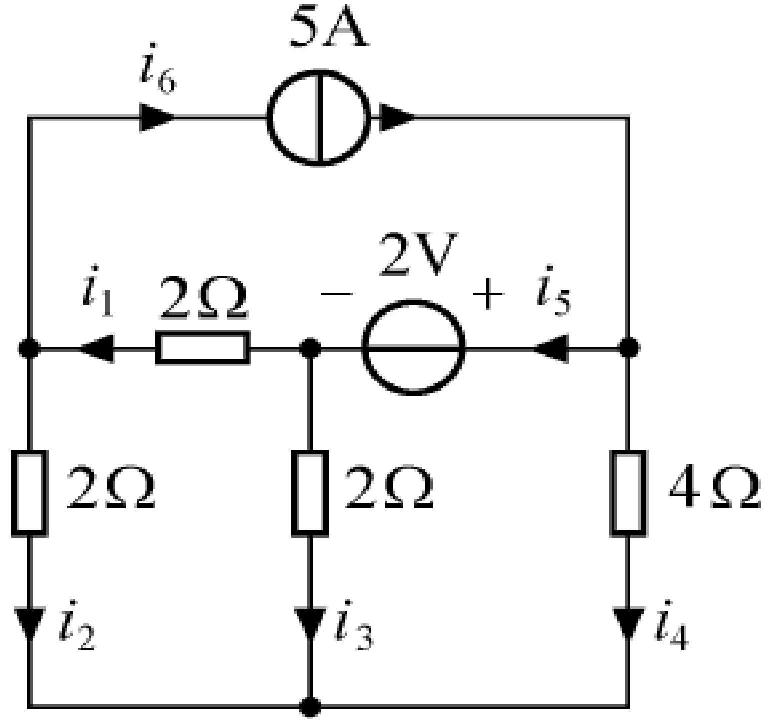
相同的有向线图：



由(a)图求出

u_1=6V， u_2=−4V， u_3=2V，
u_4=4V， u_5=2V， u_6=−8V；

i_1=3A， i_2=−2A， i_3=1A，
i_4=1A， i_5=4A， i_6=5A。



(a)

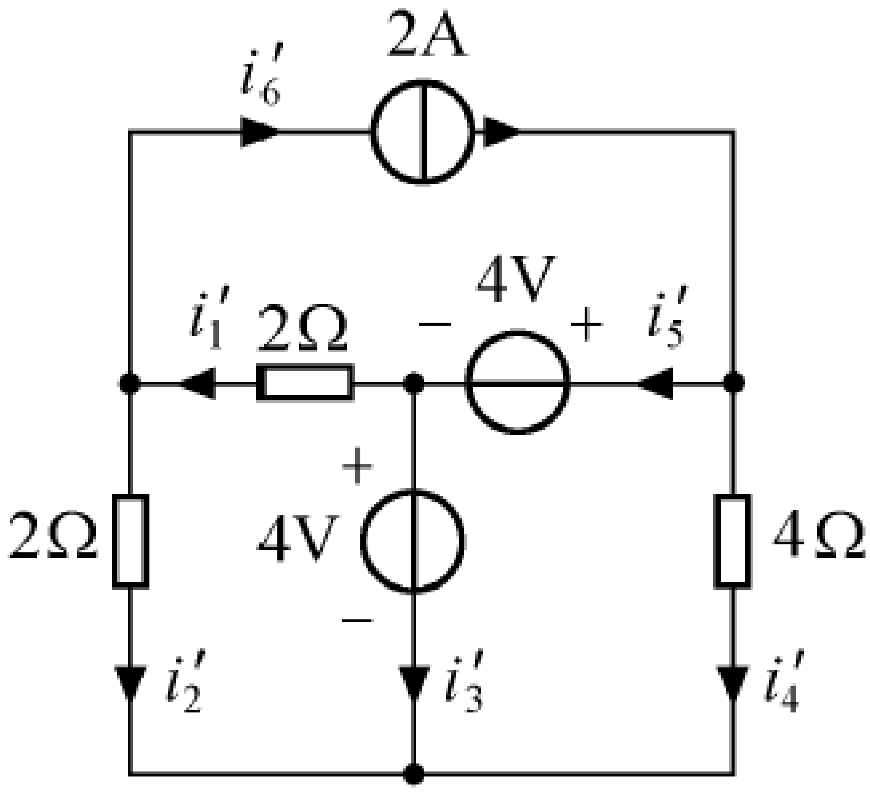
$$\sum_{k=1}^{6} u_k i_k = 6\times3+(-4)\times(-2)+2\times1+4\times1+2\times4+(-8)\times5=0$$

特勒根第一定理

由(b)图求出

$u_1'=4\text{V}$, $u_2'=0\text{V}$, $u_3'=4\text{V}$,
$u_4'=8\text{V}$, $u_5'=4\text{V}$, $u_6'=-8\text{V}$;

$i_1'=2\text{A}$, $i_2'=0\text{A}$, $i_3'=-2\text{A}$,
$i_4'=2\text{A}$, $i_5'=0\text{A}$, $i_6'=2\text{A}$。



(b)

$$\sum_{k=1}^{6} u_k' i_k' = 4\times2+0\times0+4\times(-2)+8\times2+4\times0+(-8)\times2=0$$

特勒根第一定理

$$\sum_{k=1}^{6} u_k i_k{}' = 6\times 2 + (-4)\times 0 + 2\times(-2)$$

$$+4\times 2 + 2\times 0 + (-8)\times 0 = 0$$

$$\sum_{k=1}^{6} u_k{}' \, i_k = 4\times 3 + 0\times(-2) + 4\times 1$$

$$+8\times 1 + 4\times 4 + (-8)\times 5 = 0$$

$$\sum_{k=1}^{b} u_k i_k{}' = \sum_{k=1}^{b} u_k{}' i_k = 0$$

u_1=6V， u_2=−4V， u_3=2V，
u_4=4V， u_5=2V， u_6=−8V；
i_1=3A， i_2=−2A， i_3=1A，
i_4=1A， i_5=4A， i_6=5A。

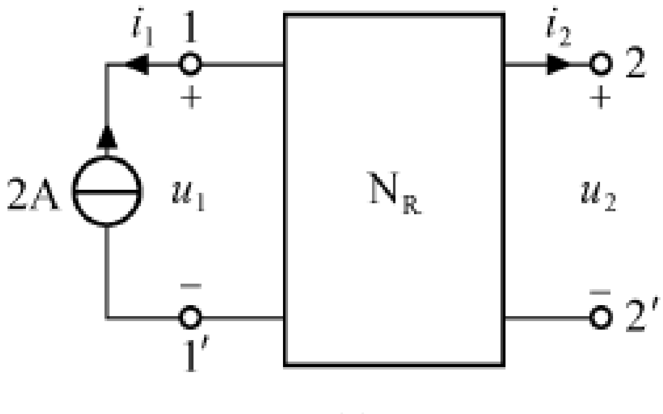
(a)

u_1'=4V, u_2'=0V, u_3'=4V,
u_4'=8V, u_5'=4V, u_6'=−8V;
i_1'=2A, i_2'=0A, i_3'=−2A,
i_4'=2A, i_5'=0A, i_6'=2A。

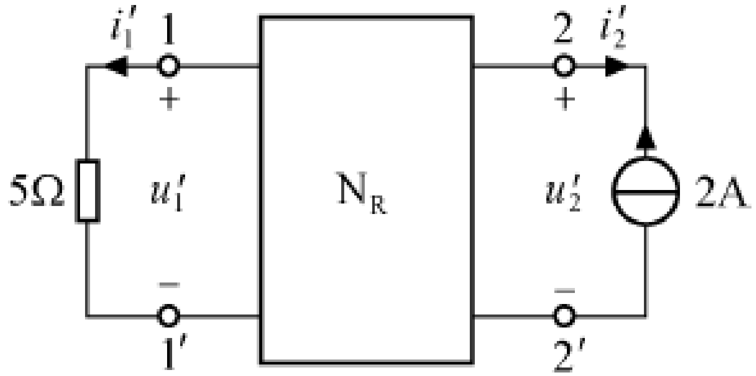
(b)

特勒根第二定理

【例】 如图所示电路中N_R仅由电阻组成，当图(a)端口11′接2A电流源时，电压$u_1=10V$,$u_2=5V$;若如图(b)将电流源移到22′端口，端口11′接5Ω电阻，试求此时流过5Ω电阻的电流i_1'。

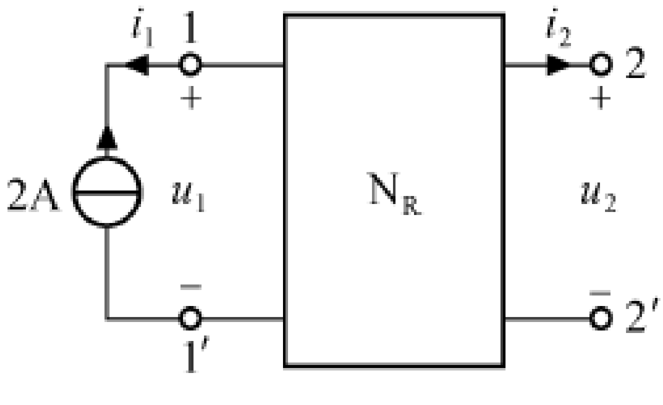


(a)

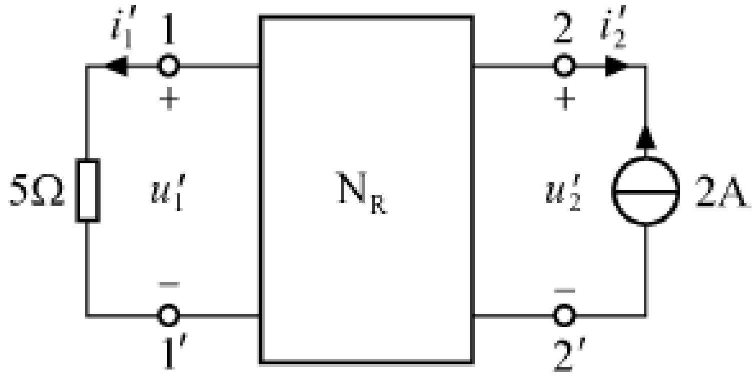


(b)

解： 图(a)和图(b)拓扑结构相同 有相同的有向图,参考方向关联



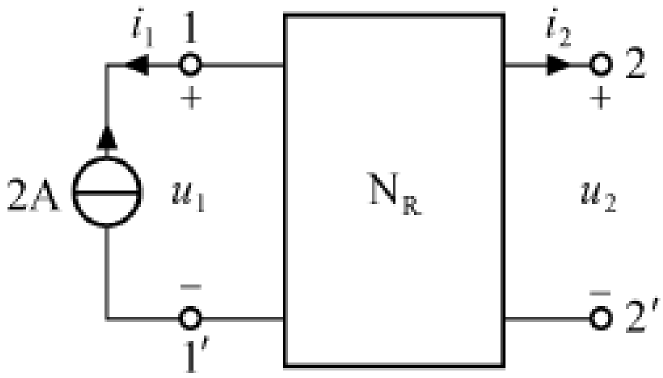
(a)



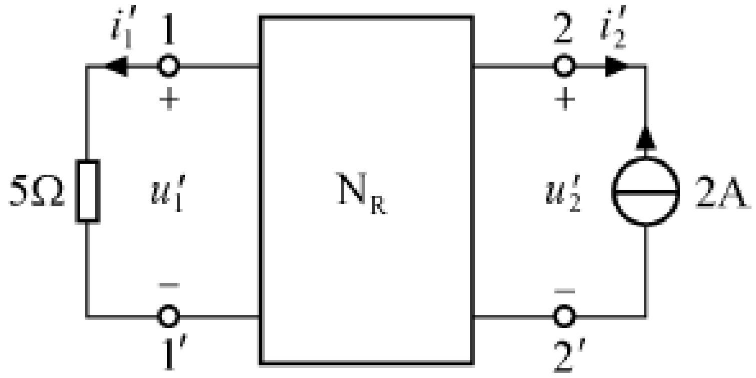
(b)

$$\sum_{k=1}^{b} u_k i_k' = \sum_{k=1}^{b} u_k' i_k = 0$$

$$u_1 i_1' + u_2 i_2' + \sum_{k=3}^{b} u_k i_k' = u_1' i_1 + u_2' i_2 + \sum_{k=3}^{b} u_k' i_k$$



(a)

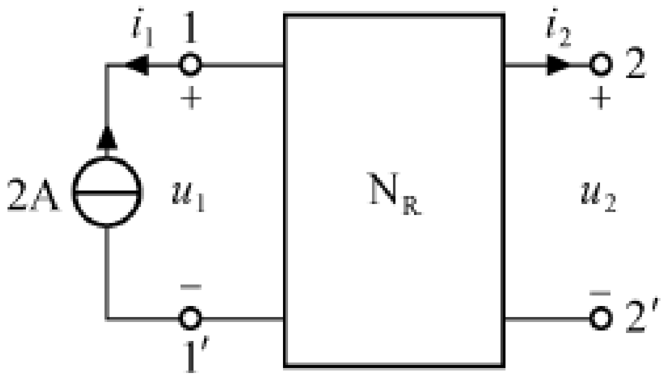


(b)

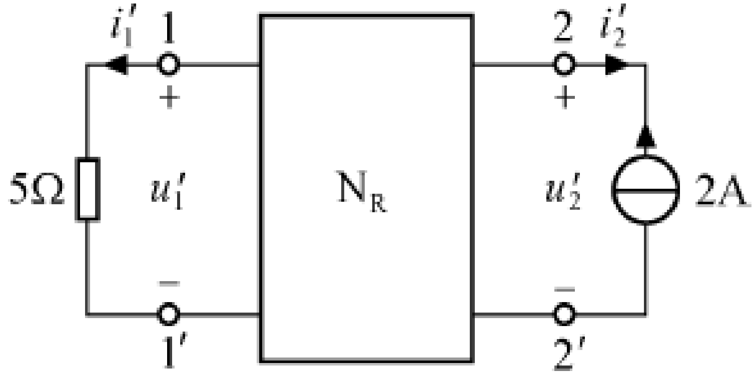
$$u_1 i_1' + u_2 i_2' + \sum_{k=3}^{b} u_k i_k' = u_1' i_k + u_2' i_2 + \sum_{k=3}^{b} u_k' i_k$$

$\mathbf{N_R}$仅由电阻组成(k=3, …, b)

$$u_k i_k' = R_k i_k \cdot i_k' = (R_k i_k') i_k = u_k' i_k \quad ➤ \quad \sum_{k=3}^{b} u_k i_k' = \sum_{k=3}^{b} u_k' i_k$$



(a)



(b)

$$u_1 i_1' + u_2 i_2' = u_1' i_1 + u_2' i_2$$

由已知u_1=10V,u_2=5V;由图(a)可知i_1=-2A,i_2=0A;

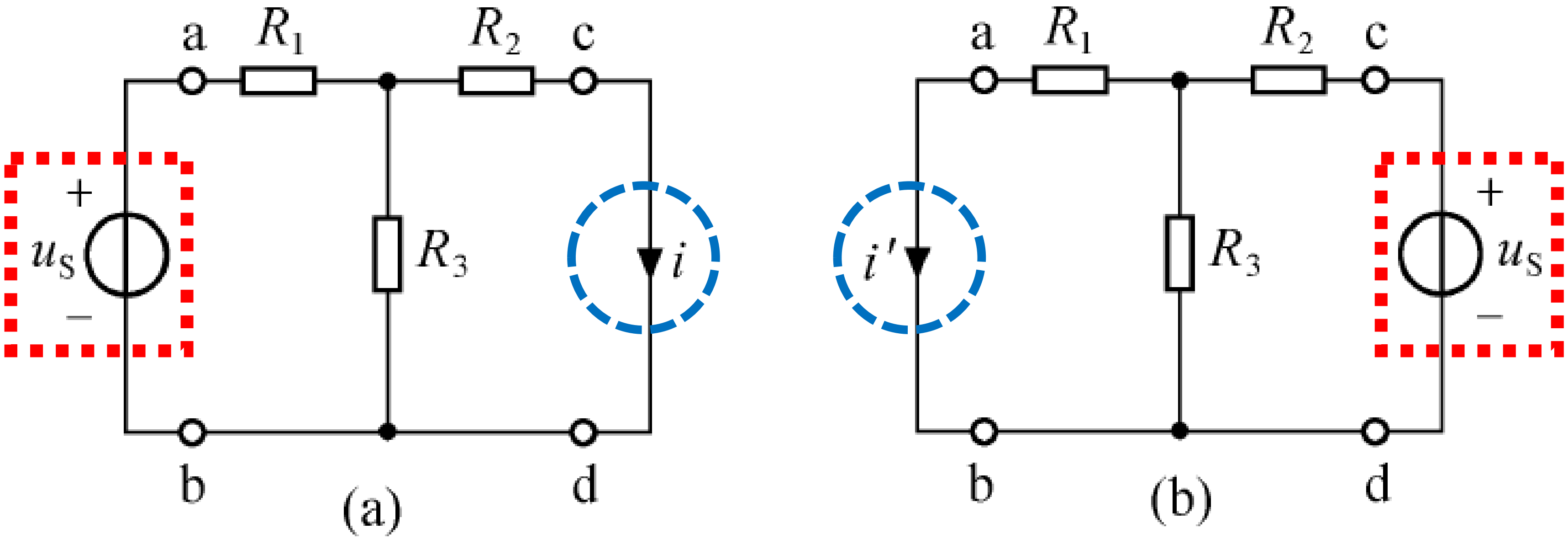
由图(b)可知,u_1'=5i_1'， i_2'=-2A

$$\Rightarrow 10\times i_1' + 5\times(-2) = 5 i_1' \times(-2) + u_2' \times 0 \Rightarrow i_1' = 0.5\text{A}$$

THE END

互易定理

一、互易性



$$i = \frac{u_S}{R_1 + R_2 // R_3} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} u_S$$

$$i' = \frac{u_S}{R_2 + R_1 // R_3} \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} u_S$$

一、互易性

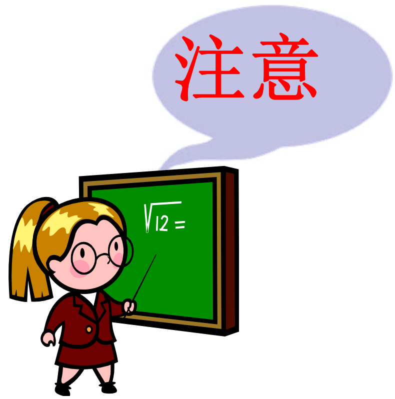
对于只有一个激励作用下的线性不含受控源的电路，

将激励和响应的位置互换，相同激励的响应不变。

互易网络—— 具有互易性的网络

二、互易定理内容

三种形式



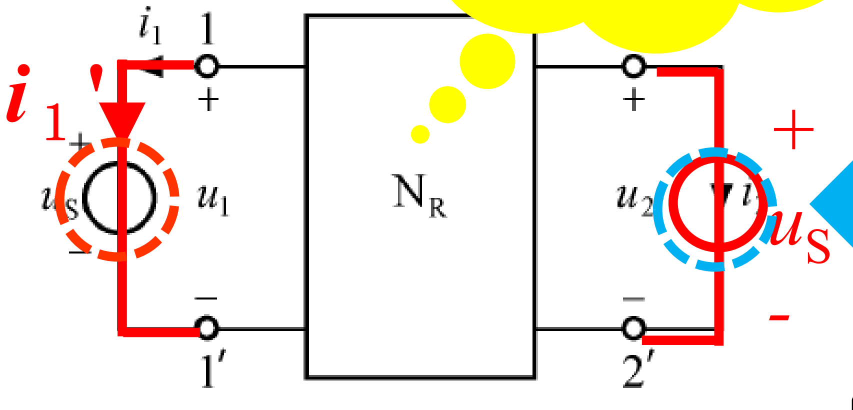
形式一：

激励：独立电压源

支路电流

仅有线性电阻组成

互易前后对应支路激励和响应参考方向取一致性

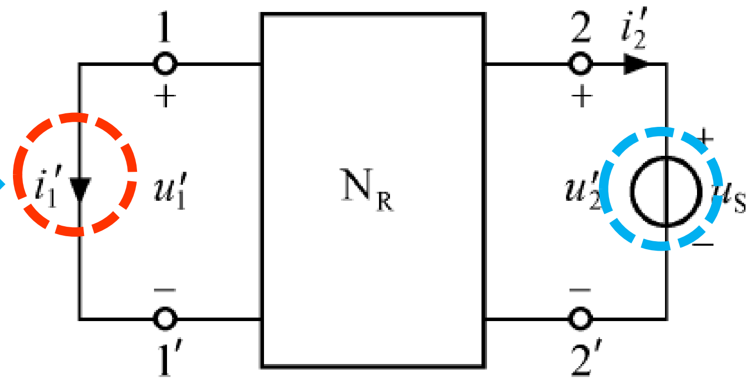


(a)

激励响应

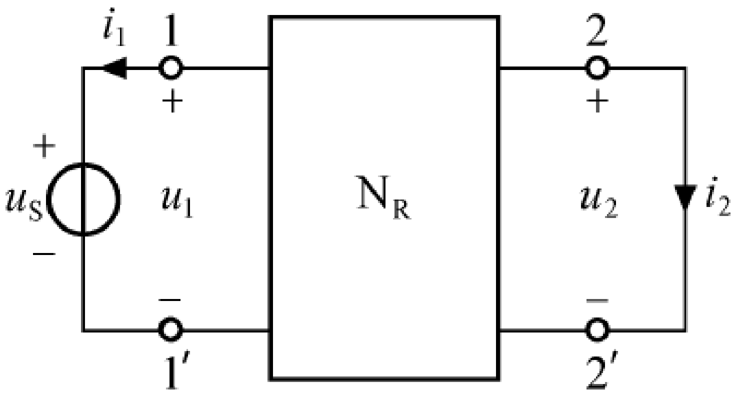
位置互换

$i_1'=i_2$

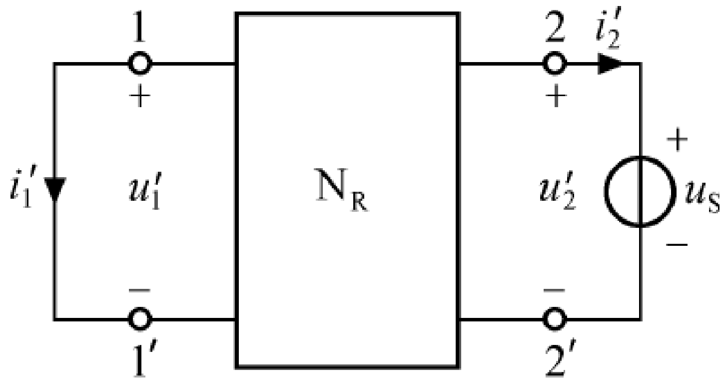


(b)

◆ 互易定理



(a)



(b)

二、互易定理内容

三种形式

注意

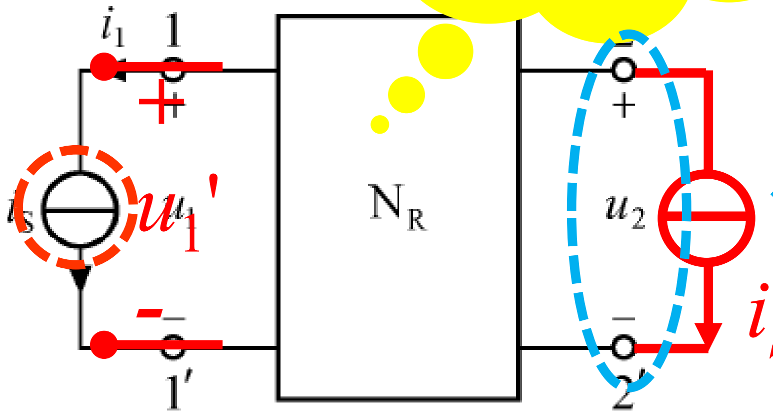
形式二：

激励：独立电流源

响应：开路电压

仅有线性电阻组成

互易前后对应支路激励和响应参考方向取一致性

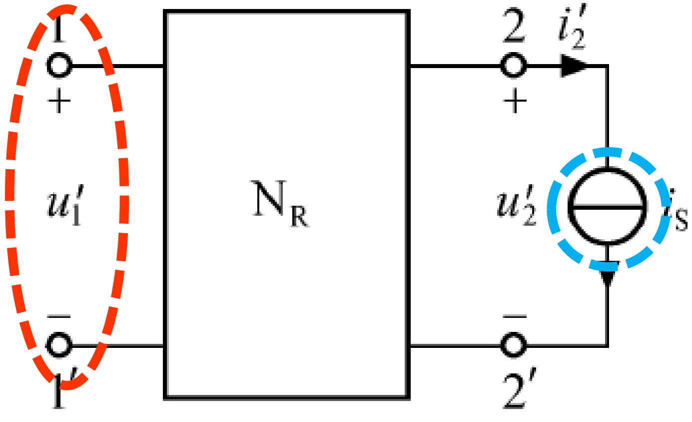


(a)

激励响应

位置互换

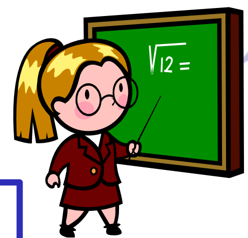
$$u_1' = u_2$$



(b)

二、互易定理内容

三种形式



注意

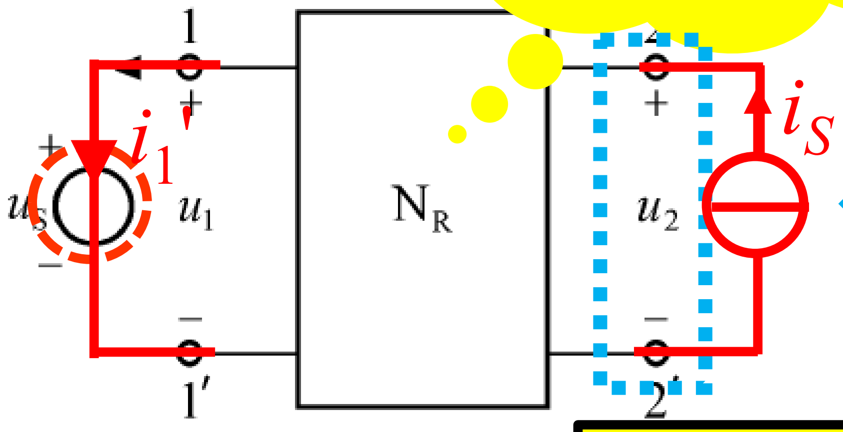
互易前后对应支路激励和响应参考方向取**不一致性**

形式三：

激励：独立电压源/电流源

路电压/短路电流

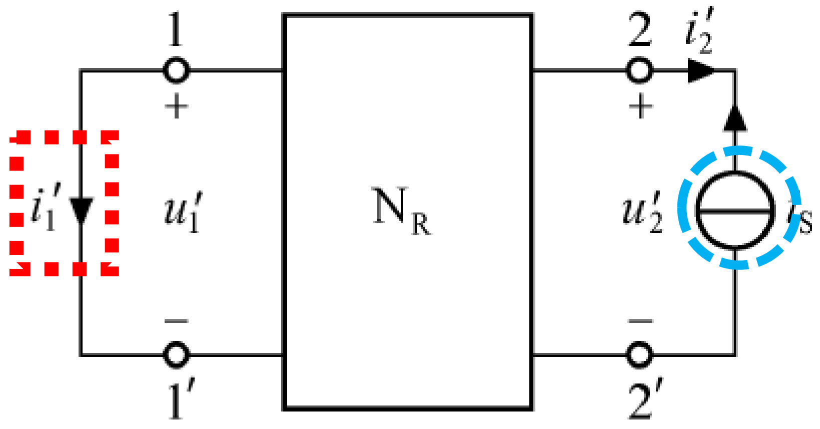
仅有线性电阻组成



(a)

激励响应

位置互换



(b)

数值上 $i_S = u_S$， 则$i_1' = u_2$

注意

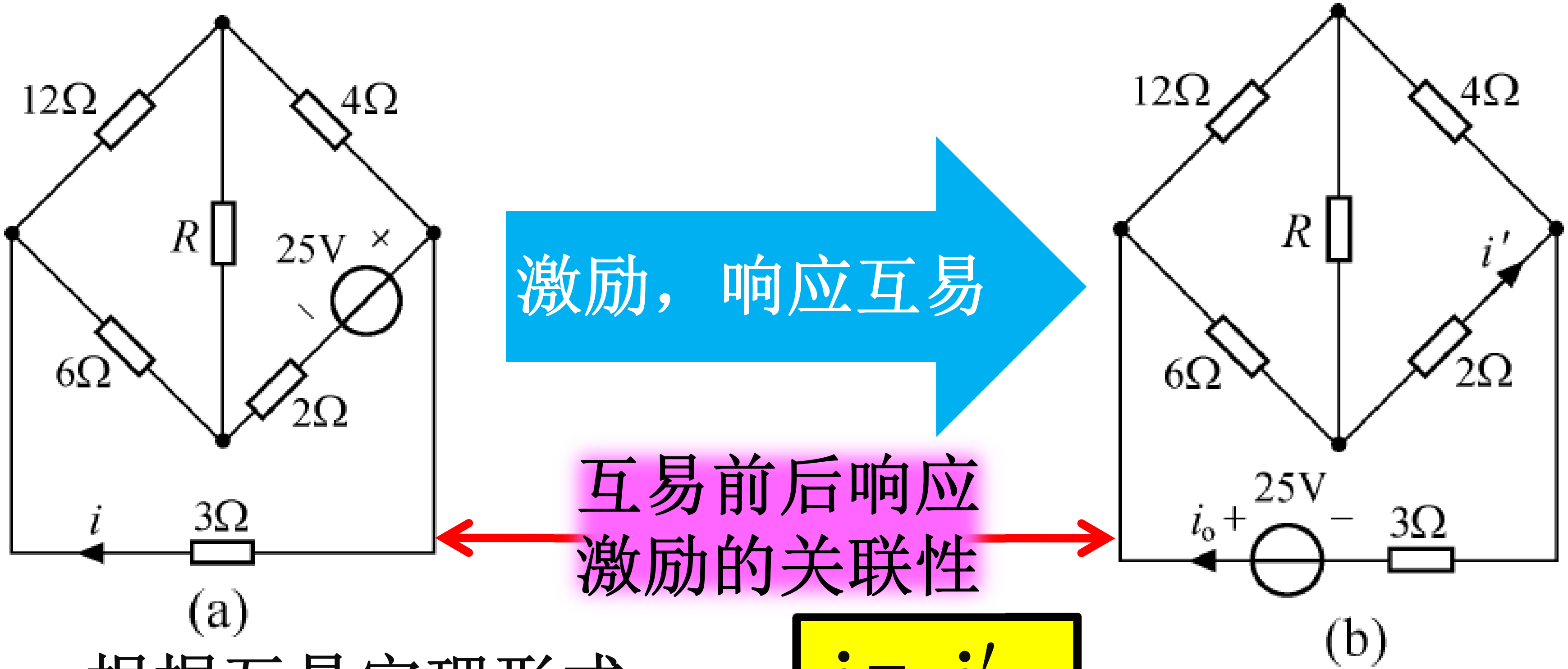
1、互易定理适用于不含受控源的单个独立源激励的线性网络的分析；

2、要注意互易前后响应和激励参考方向的一致性；

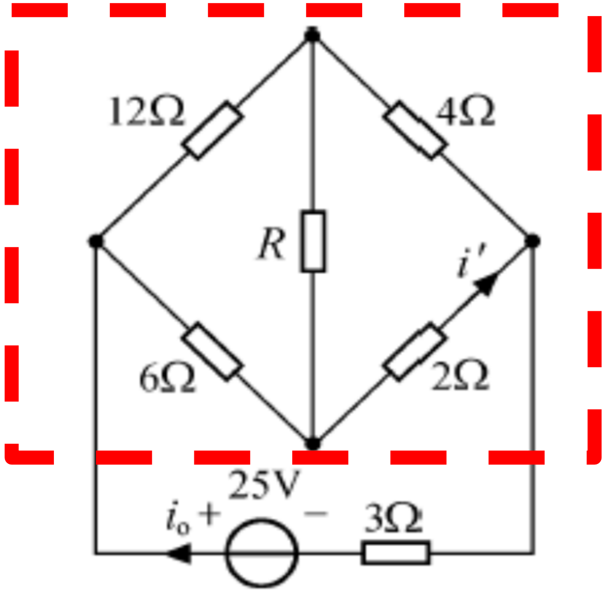
3、要注意互易前后电路仅改变响应和激励的位置，不改变电路拓扑结构。

四、应用实例

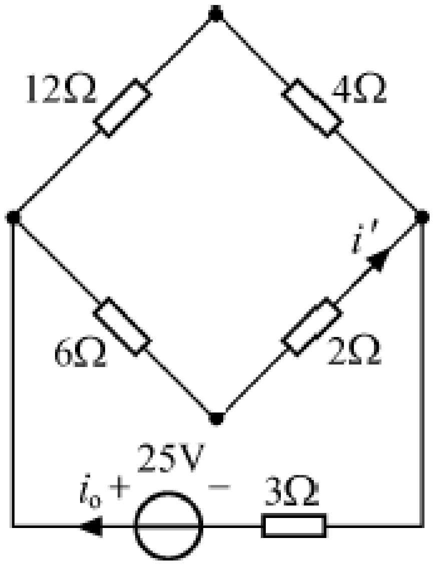
【例1】 图(a)所示电路，电阻R未知，试求电流i。



解： 根据互易定理形式一 $\boxed{i = i'}$



(b)



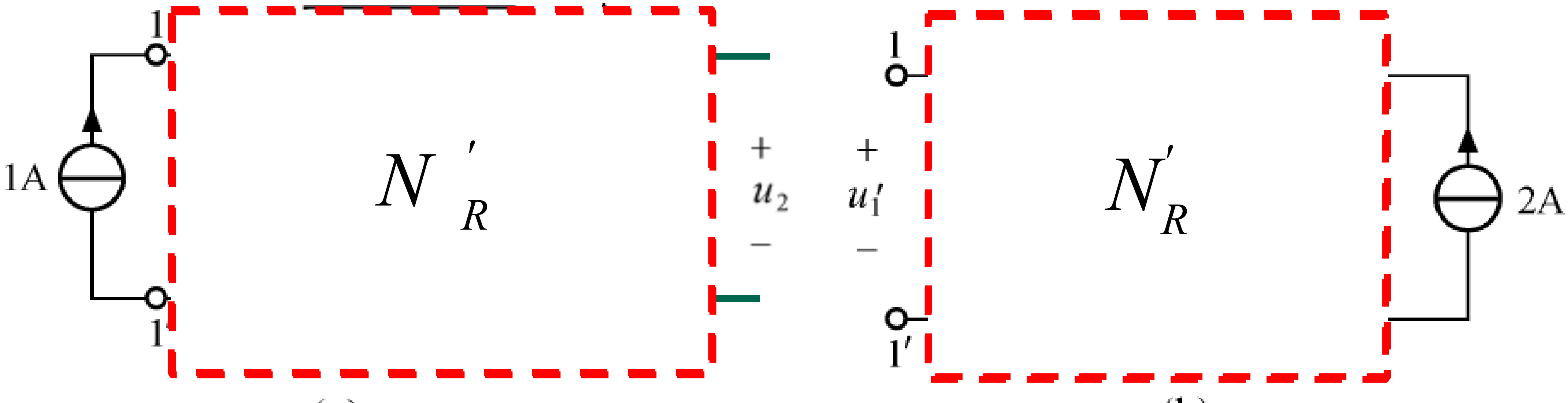
(c)

对于图(c)，有

$$i_0=\frac{25}{3+(6+2)//(12+4)}=3\text{A}$$

$$i=i'=\frac{16}{8+16}i_0=2\text{A}$$

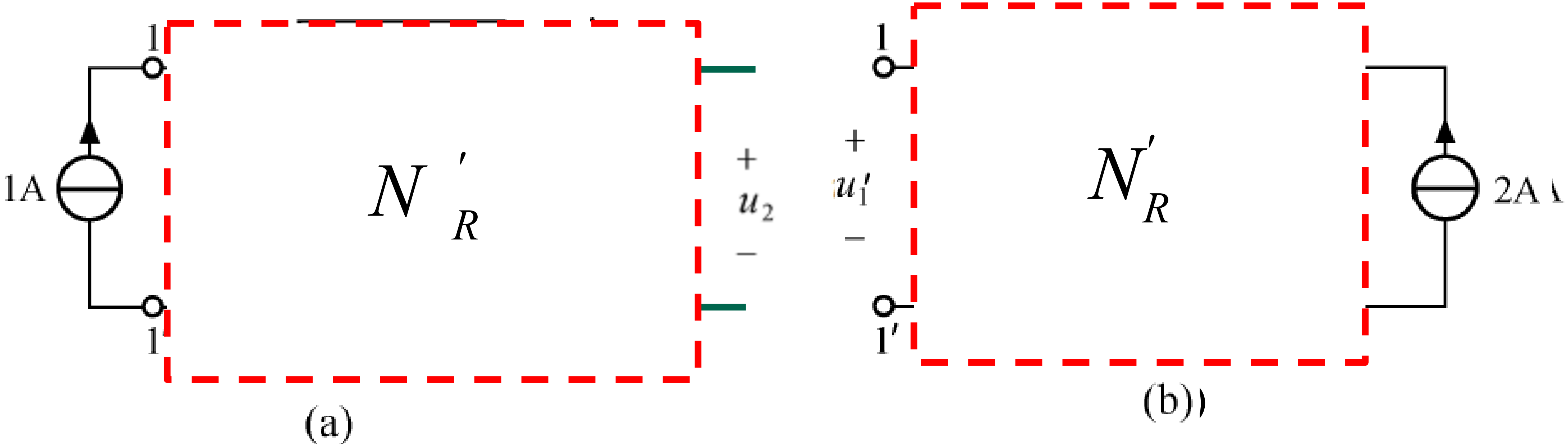
【例2】已知图（a）所示电路中i_2=0.1A ；若将电路改为图（b）所示时，测得i_1'=0.4A。试求R之值。



(a) (b)

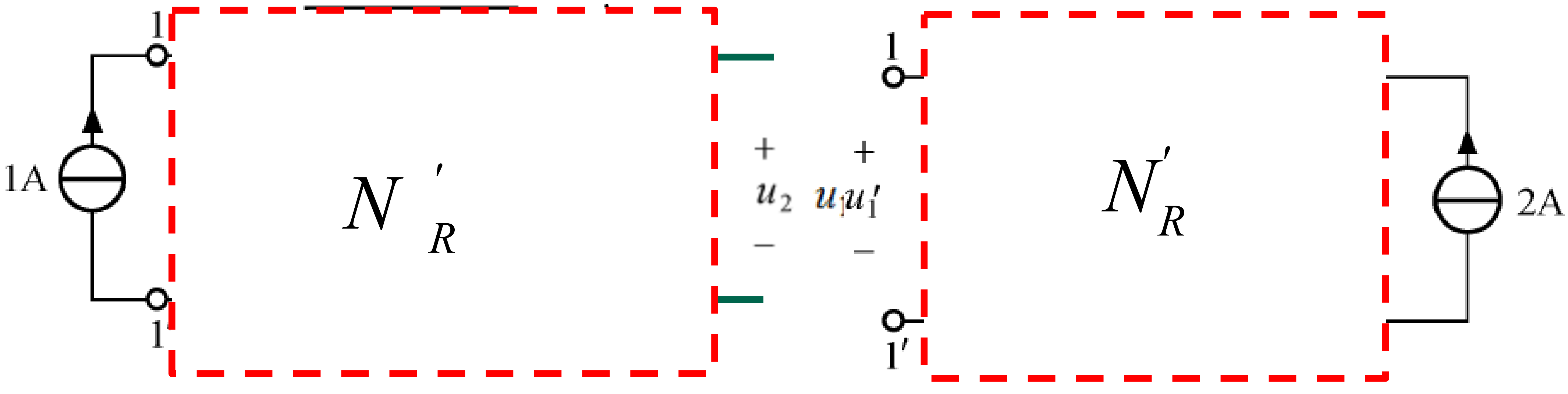
解 ：有图（a）得 $u_2 = 20i_2 = 2\ \mathrm{V}$

【例2】已知图（a）所示电路中$i_2=0.1A$；若将电路改为图（b）所示时，测得$i_1'=0.4A$。试求R之值。



图(c)根据互易定理形式二　$u_1''=u_2=2V$

【例2】已知图（a）所示电路中i_2＝0.1A ；若将电路改为图（b）所示时，测得i_1'＝0.4A。试求R之值。



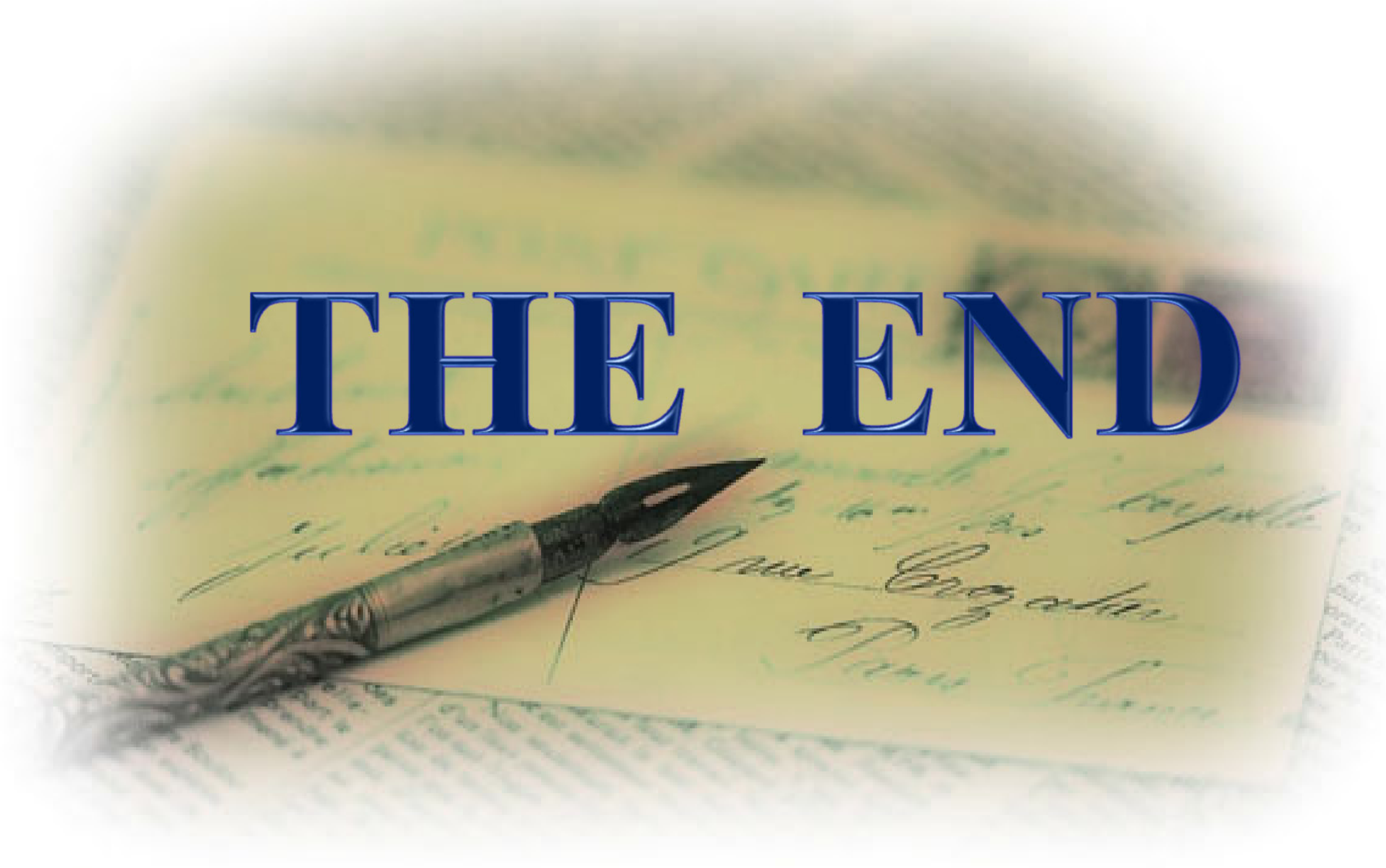
(a) (b)

线性网络的齐次性

$u_1' = 2\,u_1'' = 4V$

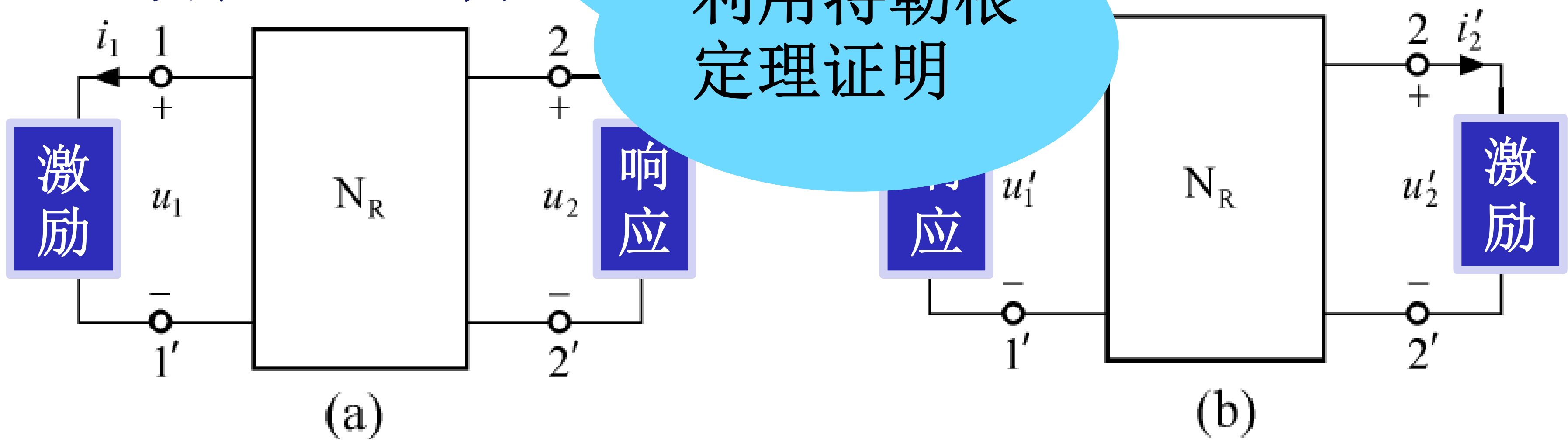
$R = u_1' / i_1'$

$= 4/0.4 = 10\Omega$


THE END

三、互易定理证明

利用特勒根定理证明



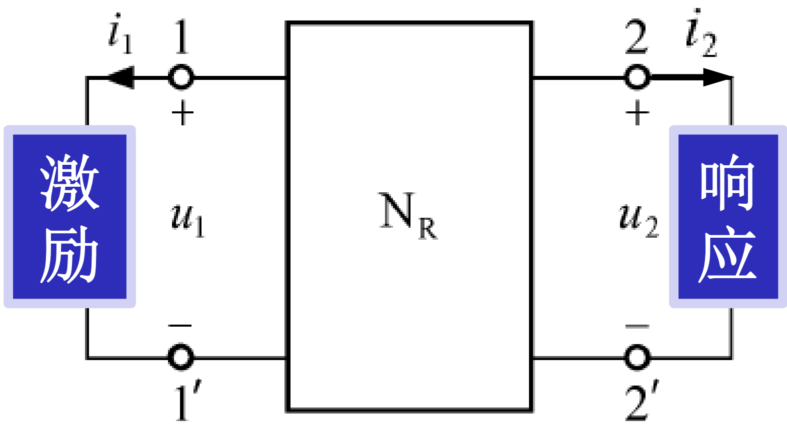
证明： N_R为支路3-b

特勒根定理

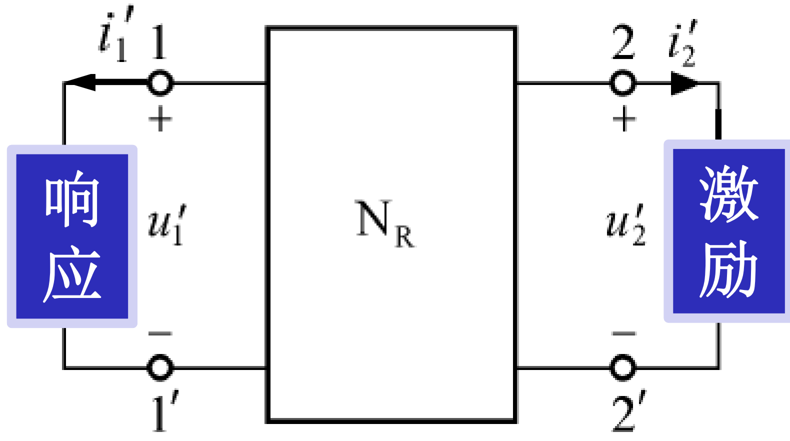
$$u_1 i_1' + u_2 i_2' + \sum_{k=3}^{b} u_k i_k' = u_1 i_1' + u_2 i_2' + \sum_{k=3}^{b} R_k i_k i_k' = 0$$

$$u_1' i_1 + u_2' i_2 + \sum_{k=3}^{b} u_k' i_k = u_1' i_1 + u_2' i_2 + \sum_{k=3}^{b} R_k i_k' i_k = 0$$

三、互易定理证明



(a)



(b)

两式相减得：　$u_1 i_1' + u_2 i_2' = u_1' i_1 + u_2' i_2$

形式一： $u_1 = u_S$，$u_2 = 0$，$u_1' = 0$，$u_2' = u_S$，

$$i_1' = i_2$$

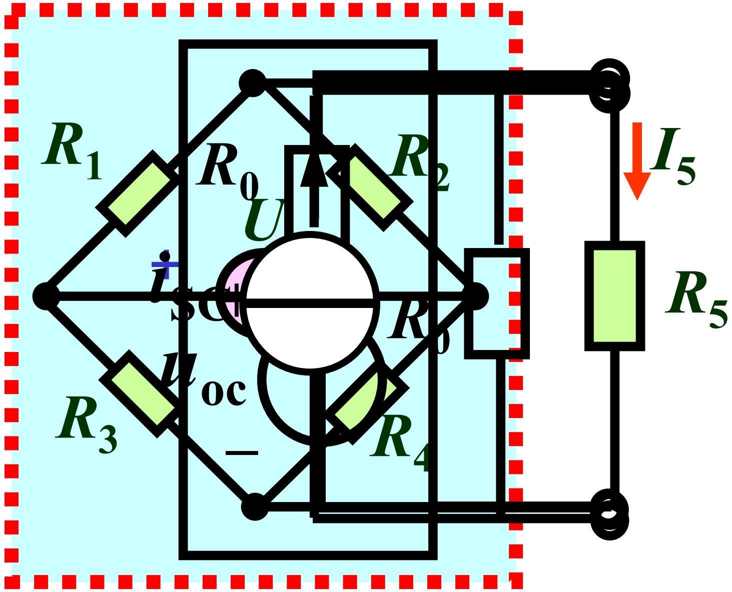
互易定理形式一得证

类似得
形式二
形式三

戴维南定理和诺顿定理

问题引出

实际工程中，如果我们只需求解电路中某一特定支路的电流或电压。。。



等

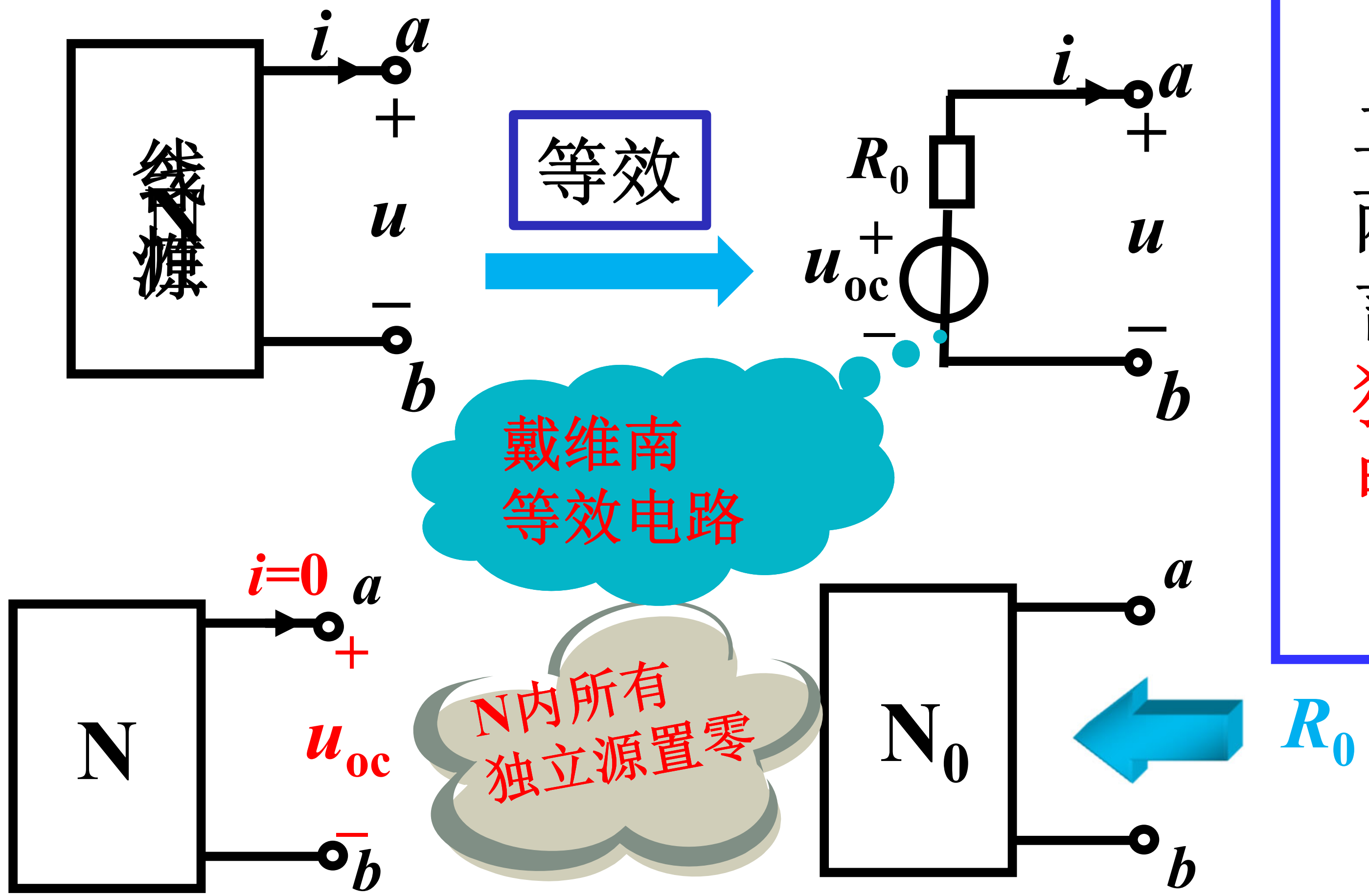
戴维南定理
诺顿定理!

法

一、戴维南定理（Thevenin's theorem）

戴维南(Thevenin)：法国电信工程师,在研究了基尔霍夫电路定律以及欧姆定律后于1883 年提出了著名的戴维南定理，用于计算更为复杂电路上的电压、电流。

1、戴维南定理内容



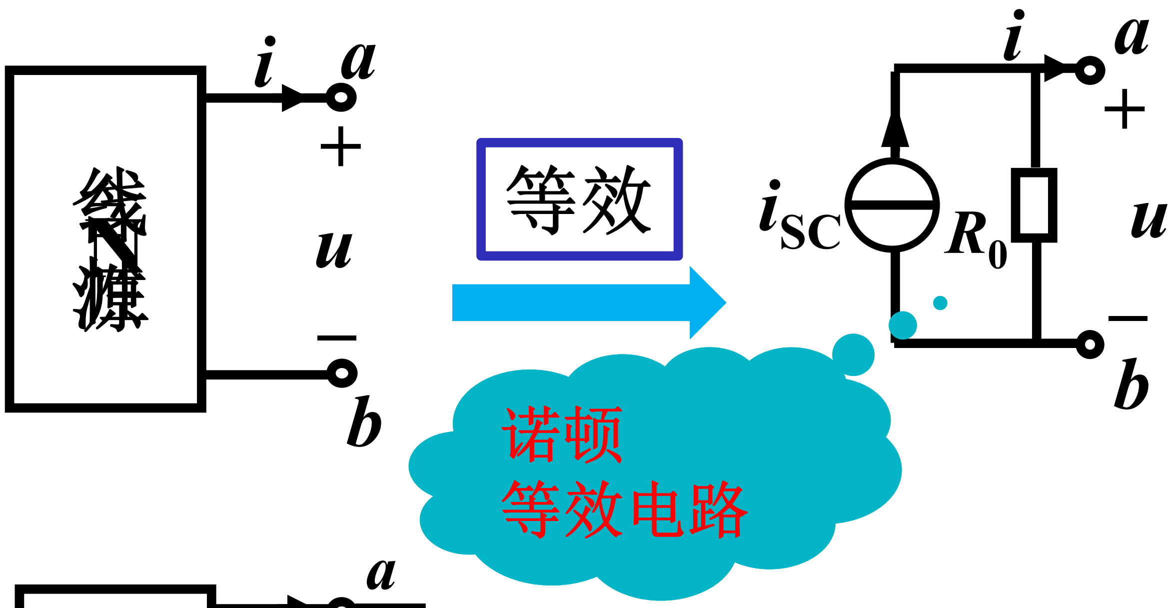
戴维南定理内容

任一线性有源二端网络N，就其两个输出端a、b而言总可等效为一个独立电压源和线性电阻串联的电路。

二、诺顿定理（ Norton's theorem ）

诺顿(Norton)：美国贝尔电话实验室工程师,于1926年提出了著名的诺顿定理，用于计算更为复杂电路上的电压、电流。

1、诺顿定理内容

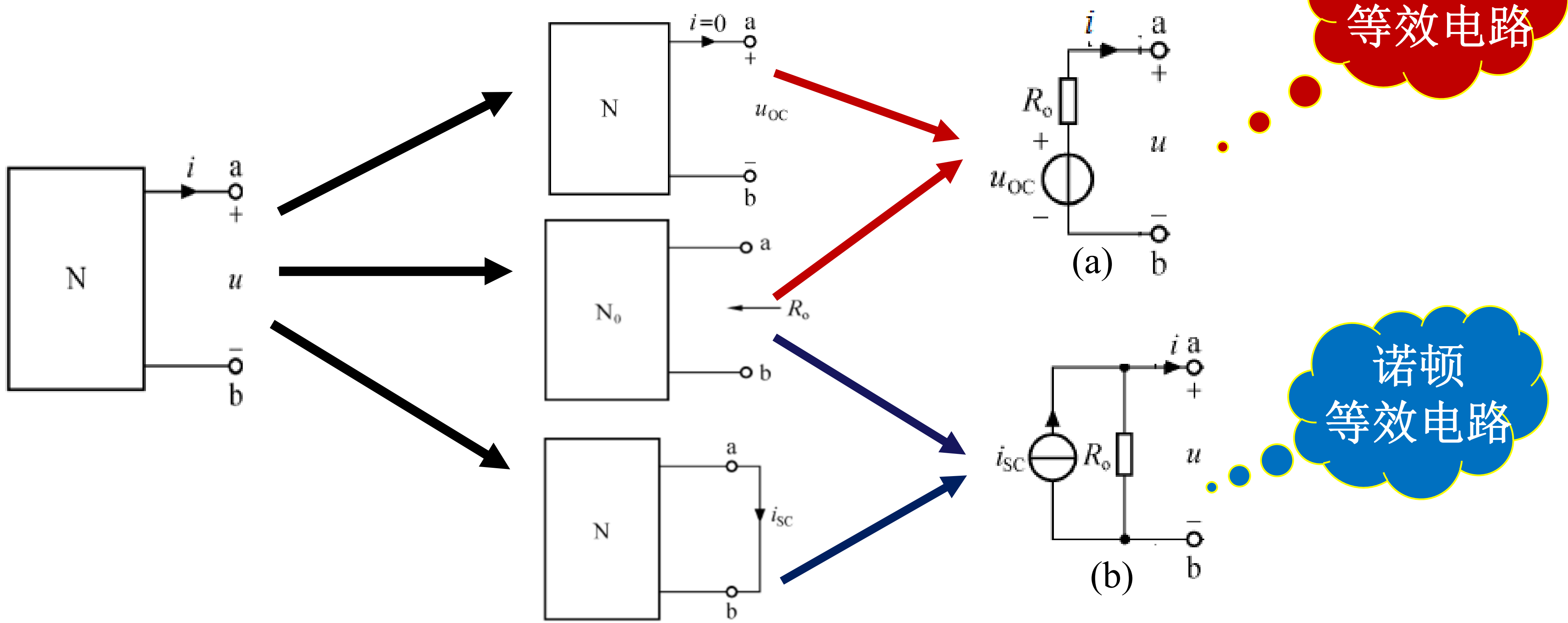


诺顿定理内容

任一线性有源二端网络N，就其两个输出端a、b而言总可等效为一个独立电流源和线性电阻并联的电路。

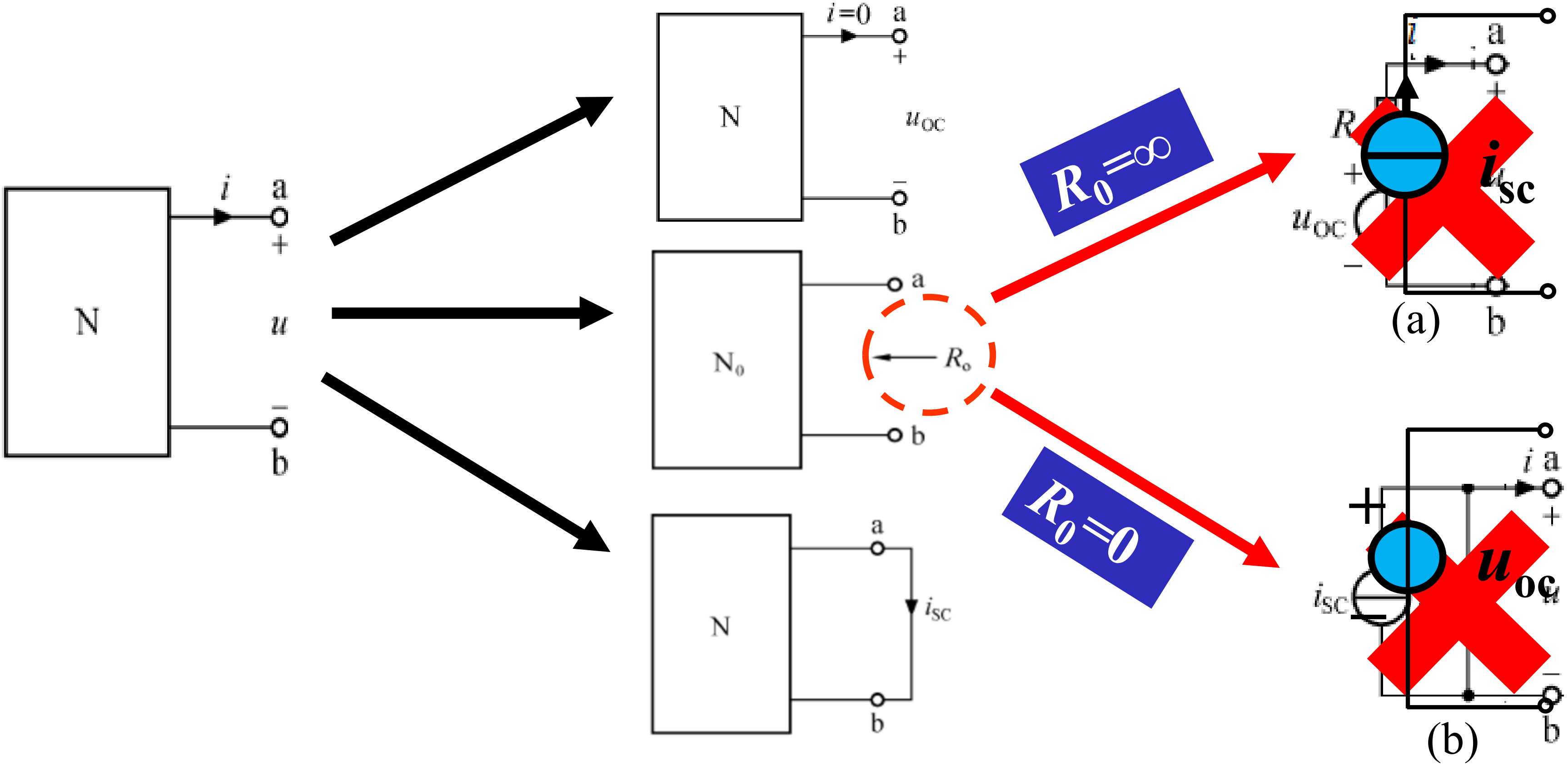
三、线性含源单口网络的等效电路

戴维南定理和诺顿定理统称为等效电源定理



三、线性含源单口网络的等效电路

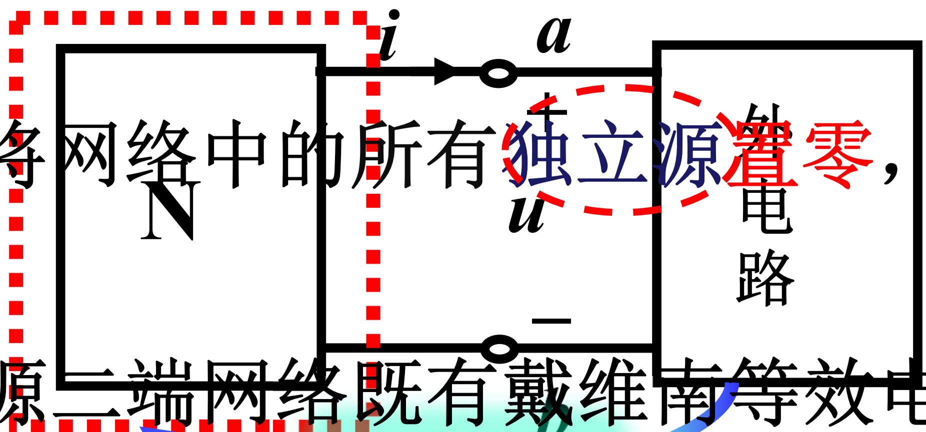
戴维南定理和诺顿定理统称为等效电源定理



四、定理的几点应用说明：

1. 等效是对外电路而言，对内不等效；

2. 被等效的有源二端网络是线性的，且与外电路之间不能有耦合关系；



3. 求等效电路的R_0时，应将网络中的所有独立源置零，而受控源保留；

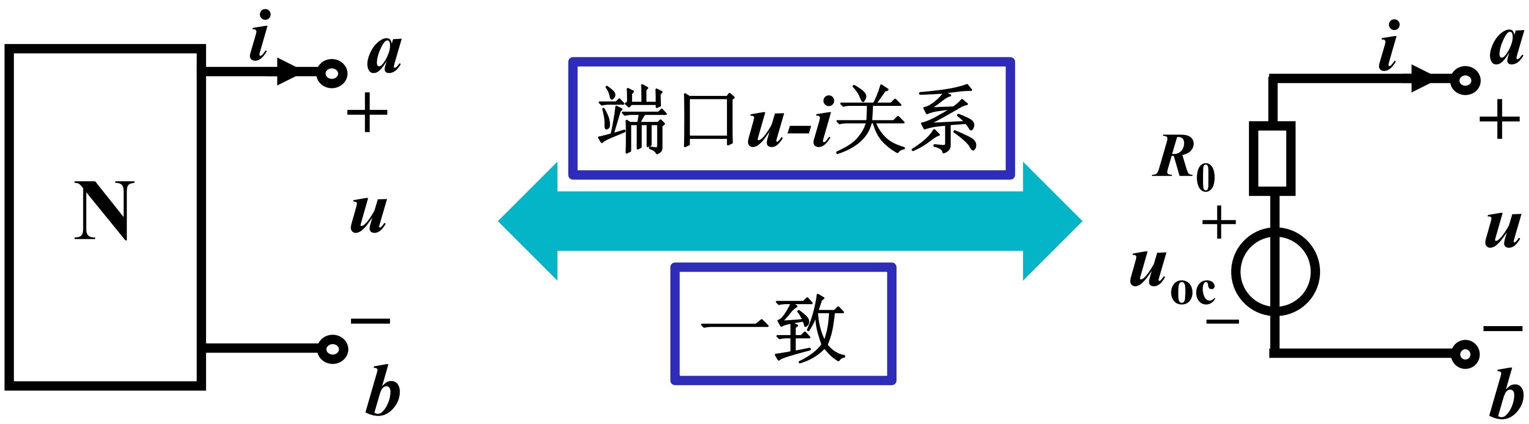
4. 当$R_0 \neq 0$和$R_0 \neq \infty$时，有源二端网络既有戴维南等效电路又有诺顿等效电路，并且u_{OC}、i_{SC}和R_0存在关系：

$$R_0 = \frac{u_{oc}}{i_{sc}}$$

THE END

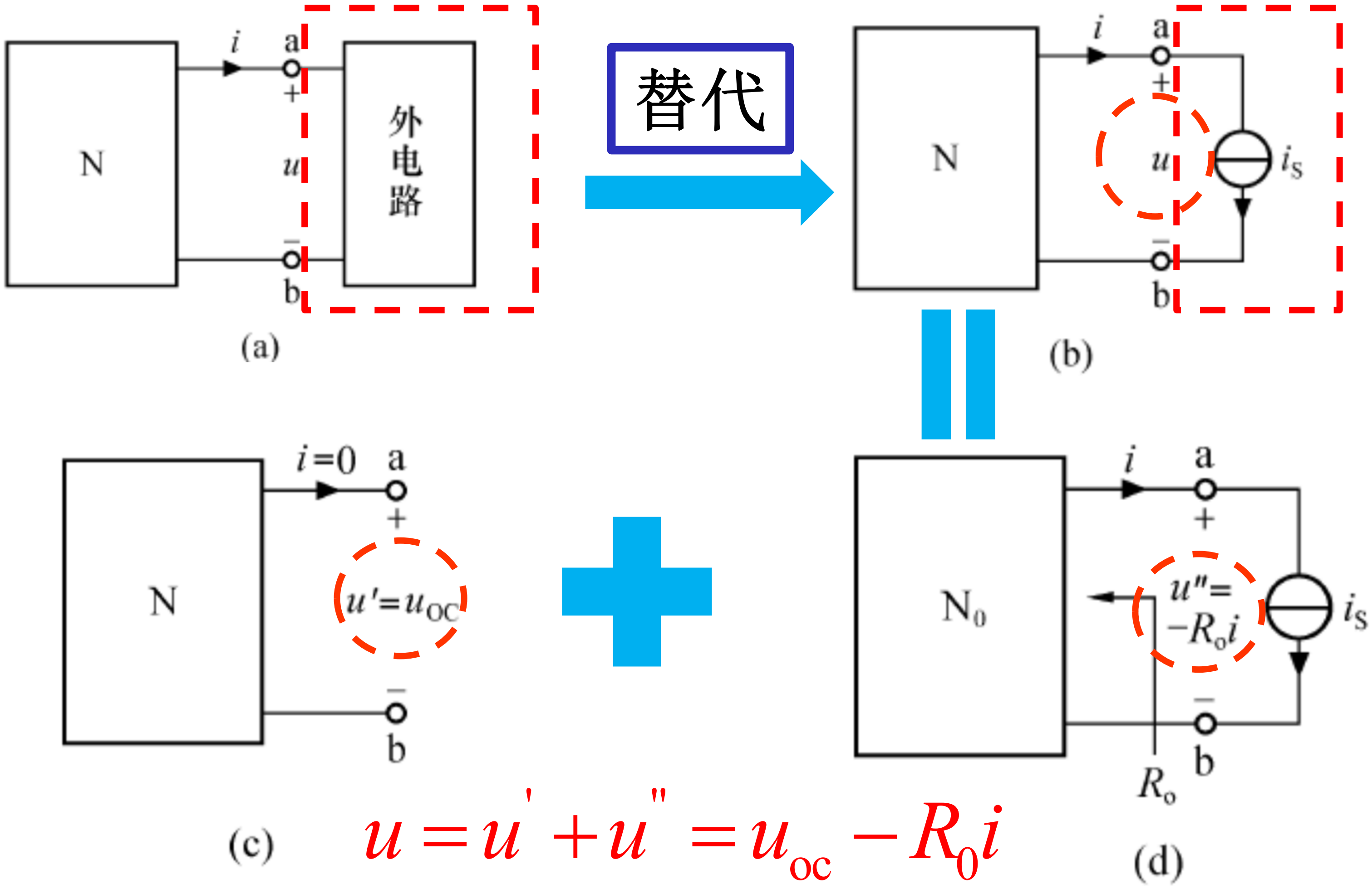
2、戴维南定理证明

定理证明目标：

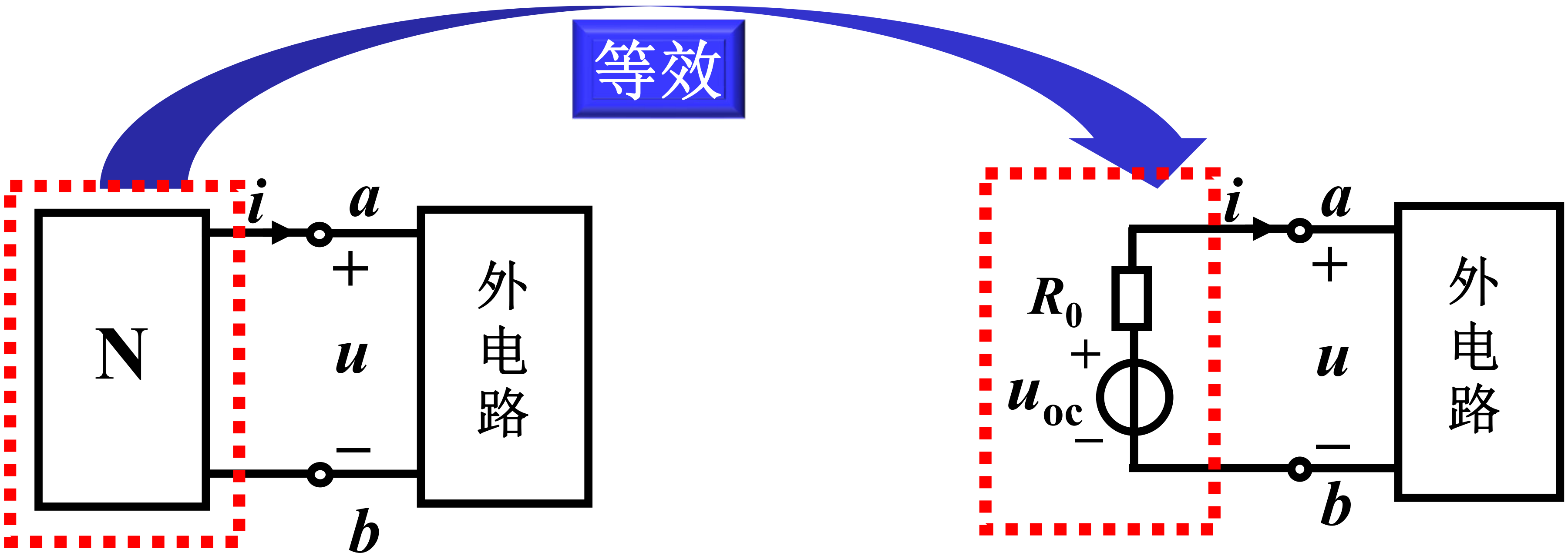


证明方法 → **替代定理+叠加定理**

证明：



$$u = u' + u'' = u_{oc} - R_0 i$$



$$u = u_{oc} - R_0 i$$

定理得证

戴维南定理和诺顿定理的应用

一、利用戴维南定理或诺顿定理求线性含源二端网络等效电路的一般步骤：

(若是完整电路，把待求支路拿走，构造二端网络）

1、求线性含源二端网络的端口开路电压u_{OC}(短路电流i_{SC})；

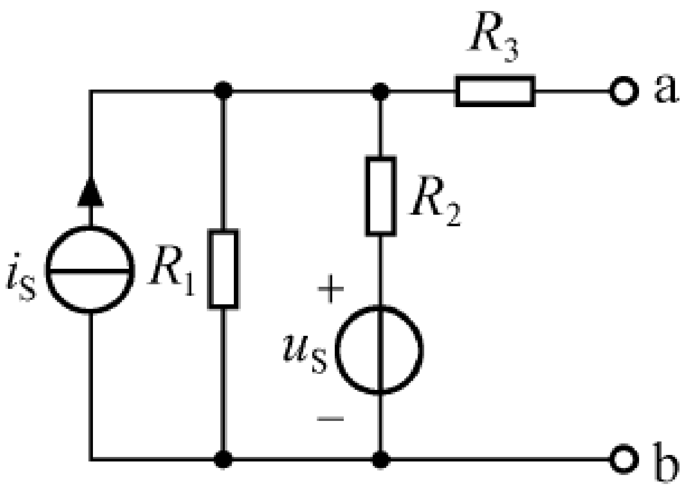
2、求线性含源二端网络端口的等效电阻R_0；

- 电阻的串并联等效法（纯电阻电路）
- 加压求流法（受控源和电阻电路）
- 开短路法

3、画出线性含源二端网络的戴维南等效电路(诺顿等效电路)。

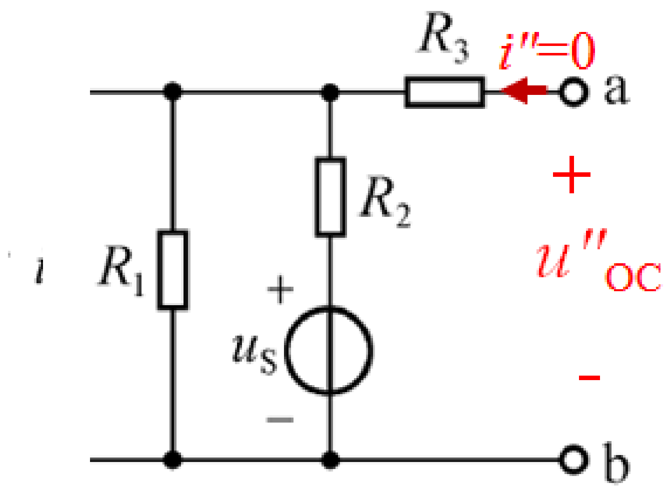
二、戴维南定理和诺顿定理的应用举例

【例1】试求例1图(a)所示电路a、b端的戴维南等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)

例1图



(b2)

当求响应的电路有2个独立源，推荐大家使用叠加定理！

定理求解

解：（1）求开路电压u_{OC}。

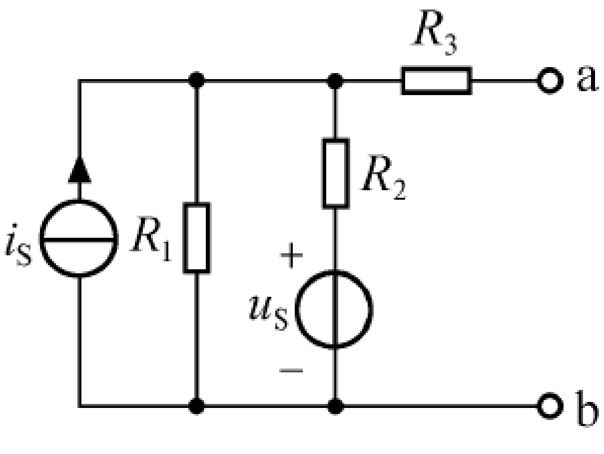
电流源单独作用

$$u'_{OC} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} i_S = 8\text{V}$$

$$u''_{OC} = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_S = 8\text{V}$$

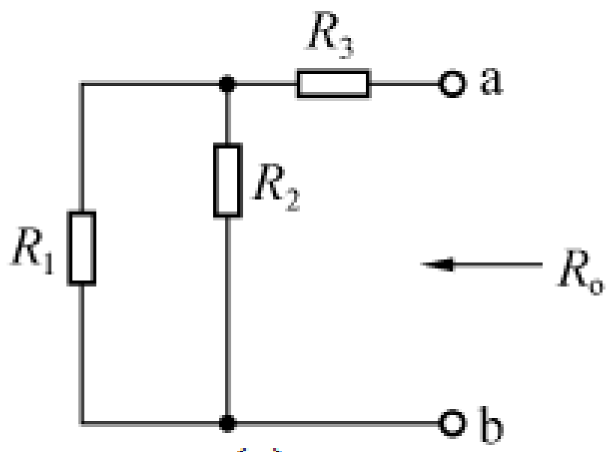
根据叠加定理 $u_{OC} = u'_{OC} + u''_{OC} = 8+8 = 16\text{V}$

【例1】试求例1图(a)所示电路a、b端的戴维南等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)

例1图

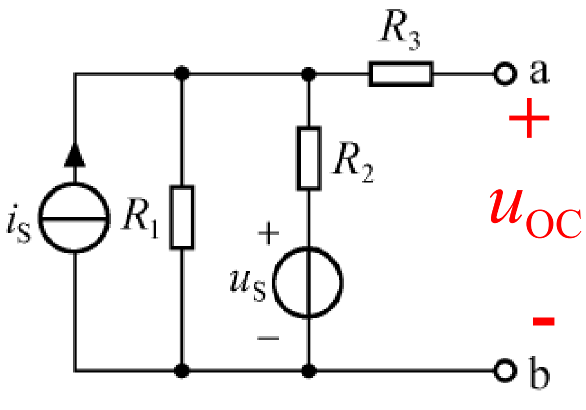


(c)

解： **（2）求等效电阻R_0。**

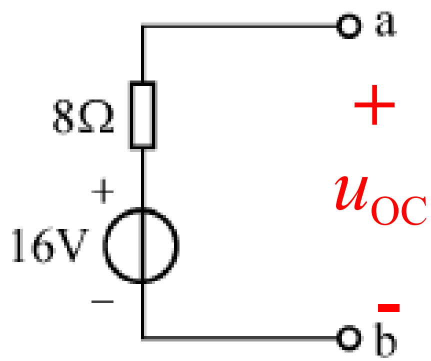
$$R_0 = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 6 + \frac{6\times 3}{6+3} = 8\Omega$$

【例1】试求例1图(a)所示电路a、b端的戴维南等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)

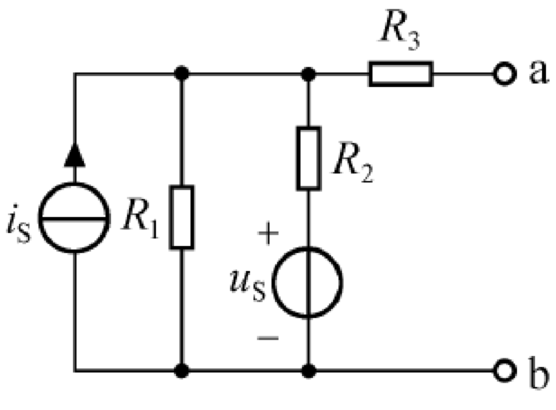
例1图



(d)

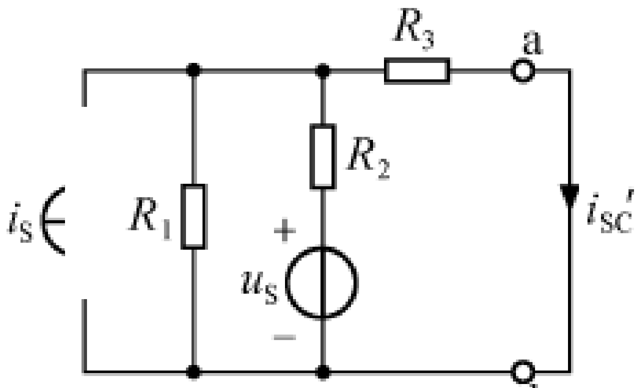
解： （3）画出所求戴维南等效电路。

【例2】试求例2图(a)所示电路a、b端的诺顿等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)

例2图



(b1)

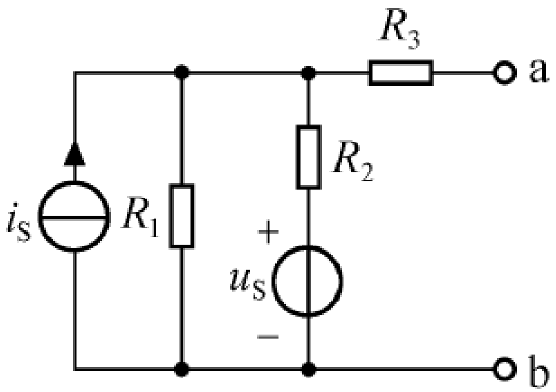
解：（1）求短路电流i_{SC}。

利用叠加定理求解

电压源单独作用

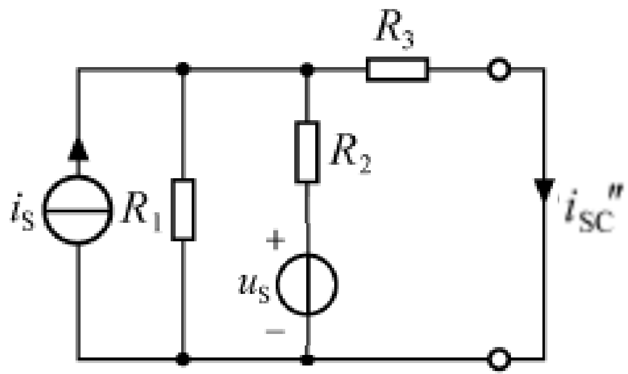
$$i_{SC}' = \frac{u_S}{R_2 + R_1 // R_3} \times \frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{12}{3+6//6} \times \frac{1}{2} = 1\text{A}$$

【例2】试求例2图(a)所示电路a、b端的诺顿等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)

例2图



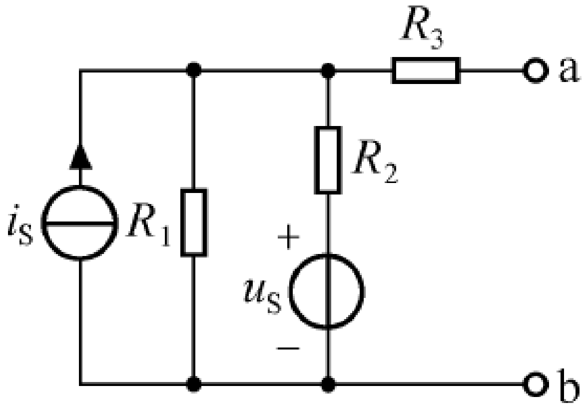
(b2)

解：（1）求短路电流i_{SC}。

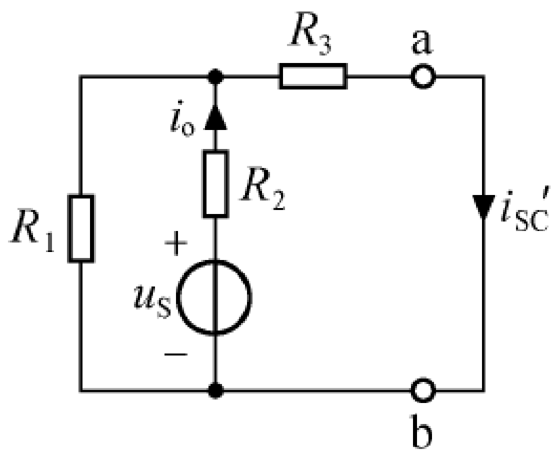
电流源单独作用

$$i_{SC}'' = i_S \frac{1/R_3}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3} = 4 \times \frac{1/6}{1/6 + 1/3 + 1/6} = 1\text{A}$$

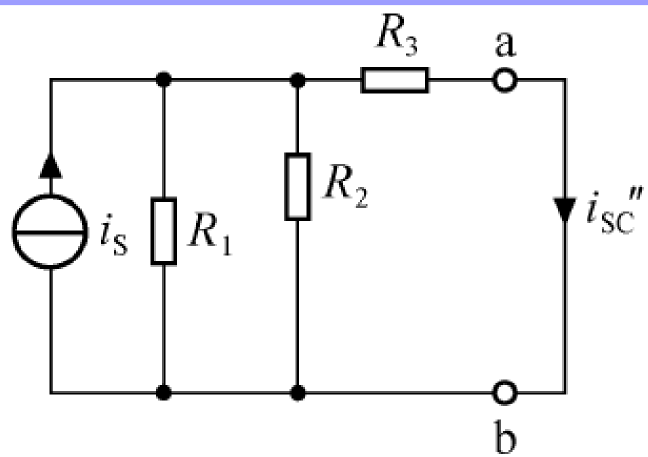
【例2】试求例2图(a)所示电路a、b端的诺顿等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)



(b)



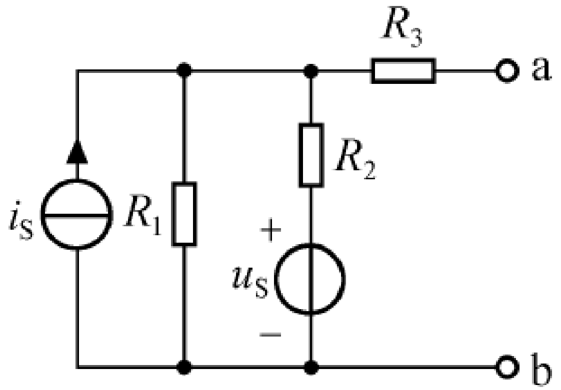
(c)

例2图

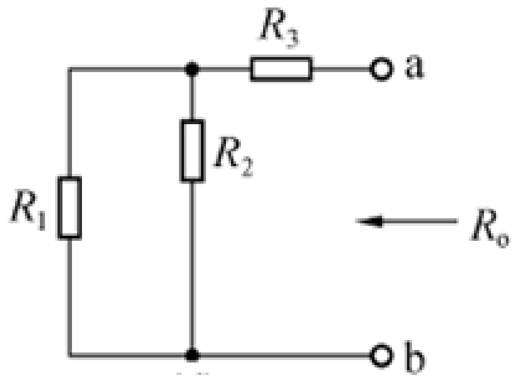
解：（1）求短路电流i_{SC}。

$$i_{SC} = i_{SC}' + i_{SC}'' = 1 + 1 = 2\,\text{A}$$

【例2】试求例2图(a)所示电路a、b端的诺顿等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω， R_2=3Ω， R_3=6Ω。



(a)



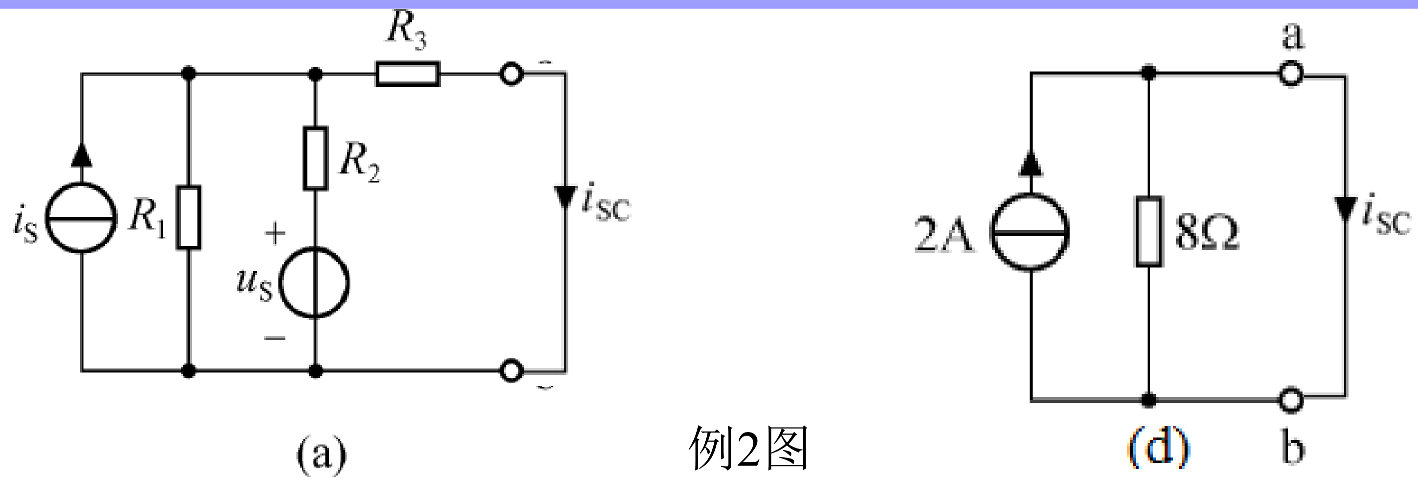
(c)

例2图

解： **（2）求等效电阻R_0。**

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

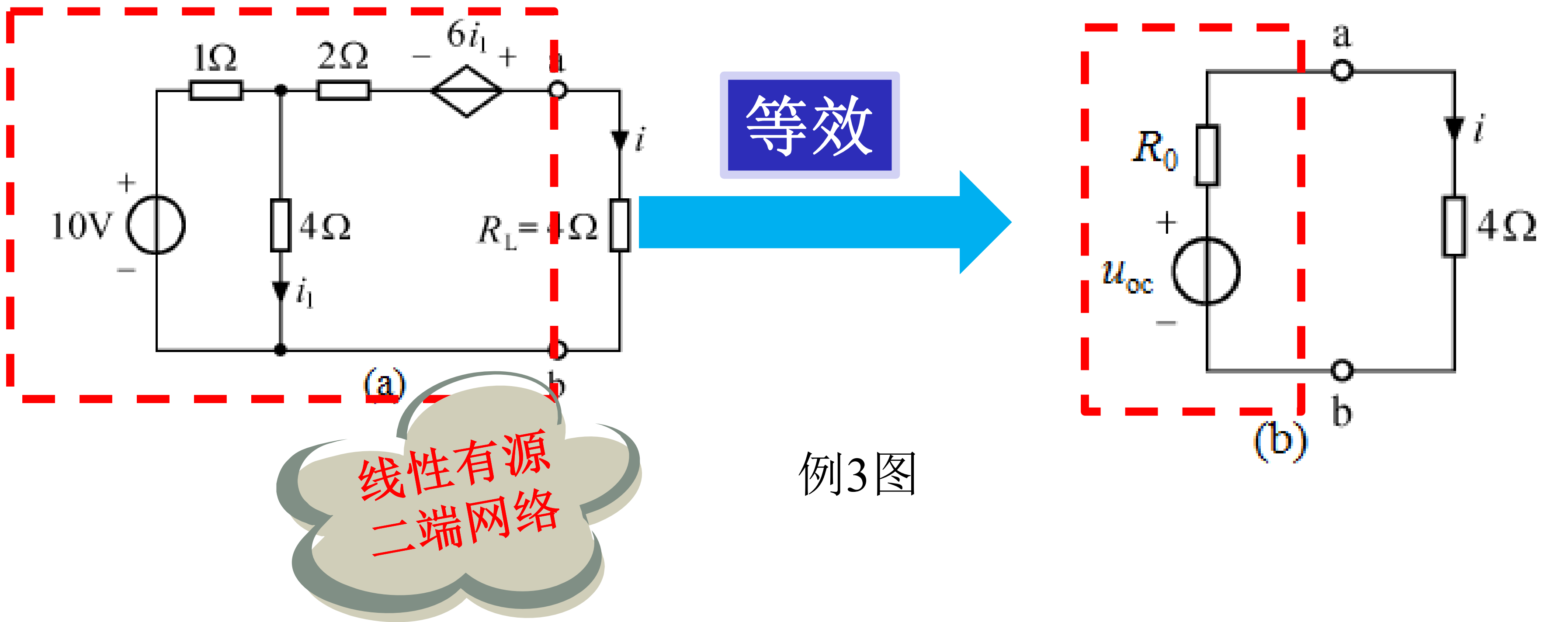
【例2】试求例2图(a)所示电路a、b端的诺顿等效电路。已知：u_S=12V，i_S=4A，R_1=6Ω，R_2=3Ω，R_3=6Ω。



例2图

解：（3）画出所求诺顿等效电路。

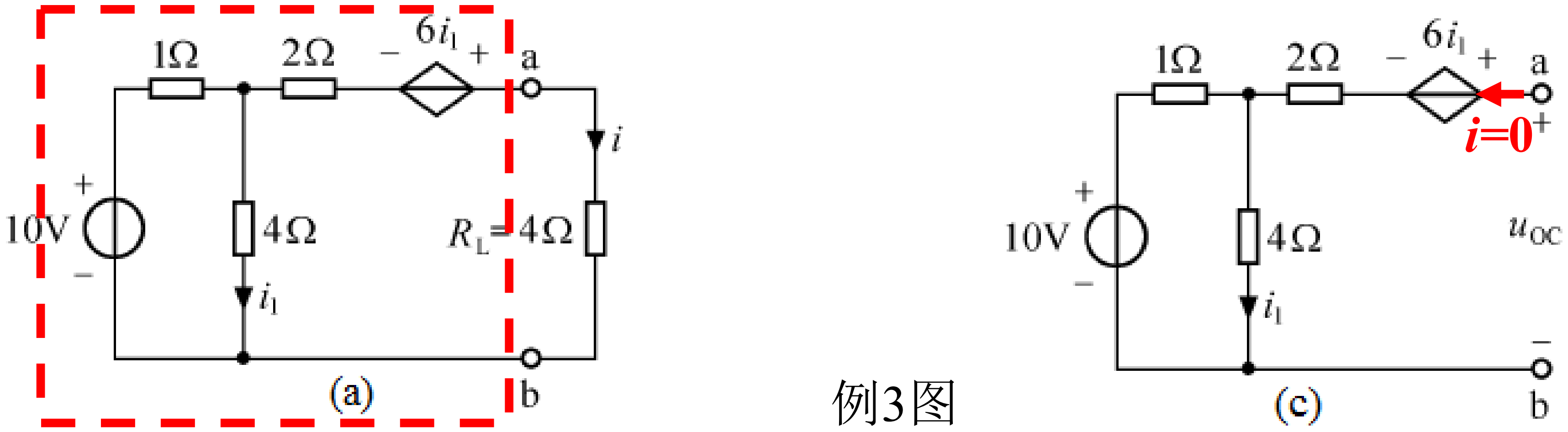
【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流*i*。



例3图

解：先将图(a)电路a、b以左等效为戴维南电路

【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流*i*。



例3图

解：先把待求支路移去，求移去之后的二端网络的戴维南等效电路或诺顿等效电路。

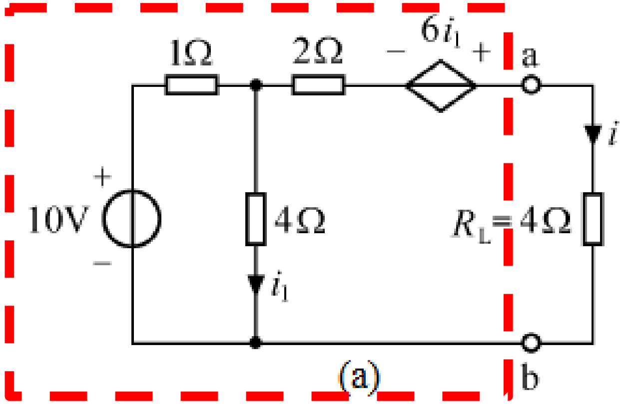
（1）求开路电压u_{OC}。

$$i_1=\frac{10}{1+4}=2\text{A}$$

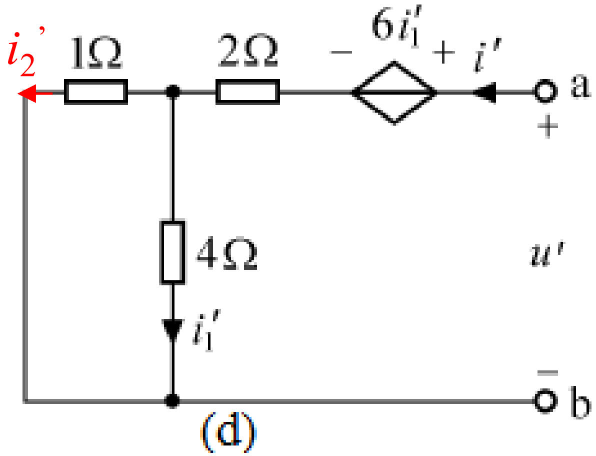
故

$$u_{OC}=6i_1+4i_1=20\text{V}$$

【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流*i*。



例3图

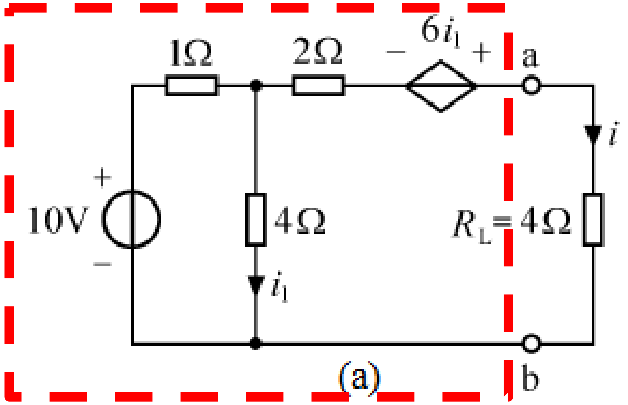


解：（2）求等效电阻R_0。

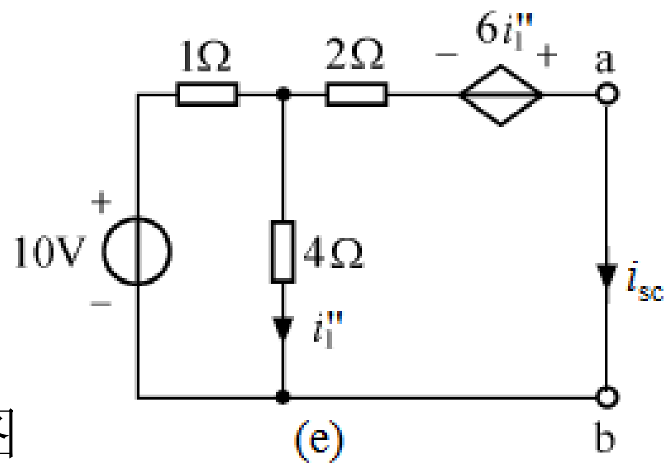
方法一： 加压求流法

$$\left.\begin{aligned} u' &= 6i_1' + 2i' + 4i_1' \\ i_1' + i_2' - i' &= 0 \\ i_2' - 4i_1' &= 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow u' = 4i' \Rightarrow R_0 = 4\Omega$$

【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流*i*。



例3图



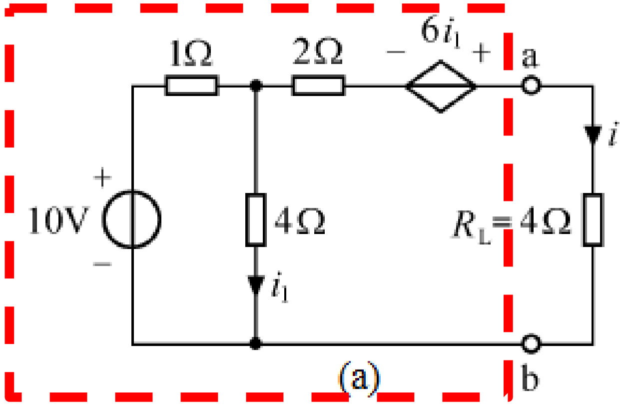
解： （2）求等效电阻R_0。

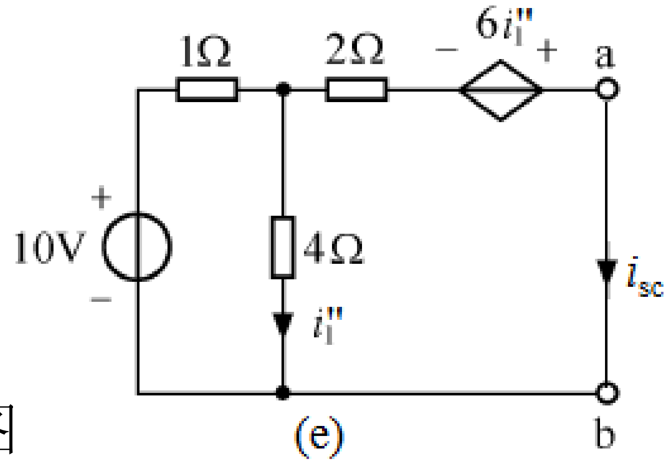
方法二： **开路短路法**

已求 $u_{OC} = 20\text{V}$

$$\left.\begin{aligned} 10 &= 1\times(i_{SC}+i_1'')+4i_1'' \\ 6i_1'' - 2i_{SC} + 4i_1'' &= 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow i_{SC} = 5\text{A}$$

【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流$\boldsymbol{i}$。





例3图

解： （2）求等效电阻$\boldsymbol{R_0}$。

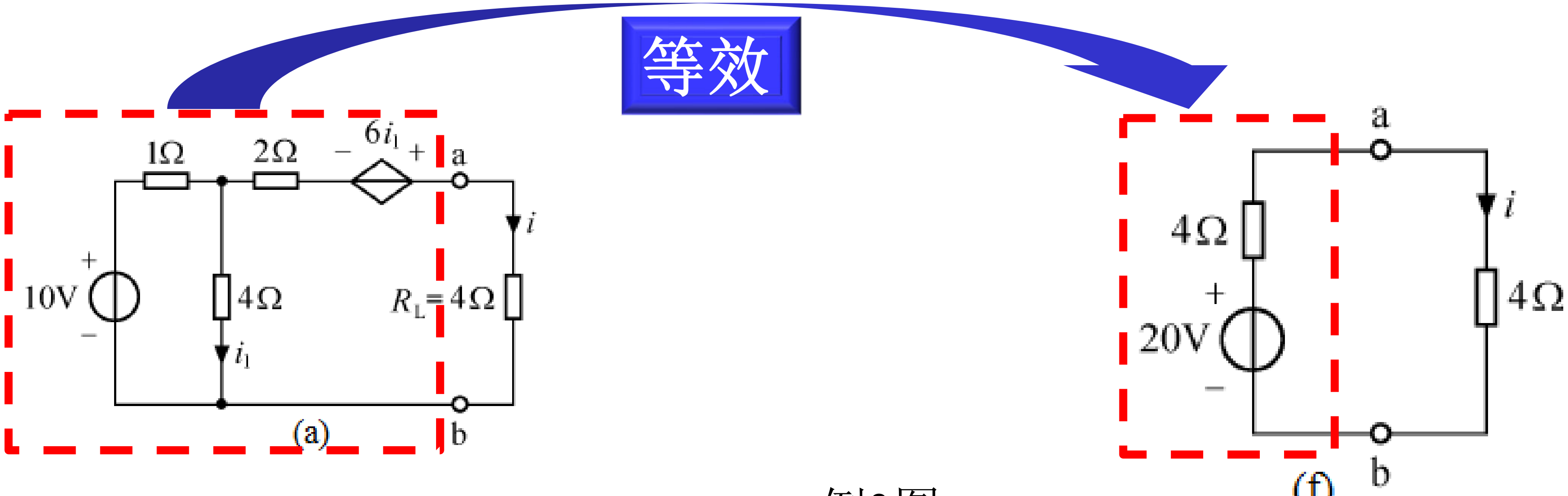
方法二：

开路短路法

有式 $R_0 = \dfrac{u_{OC}}{i_{SC}}$

$R_0 = 4\Omega$

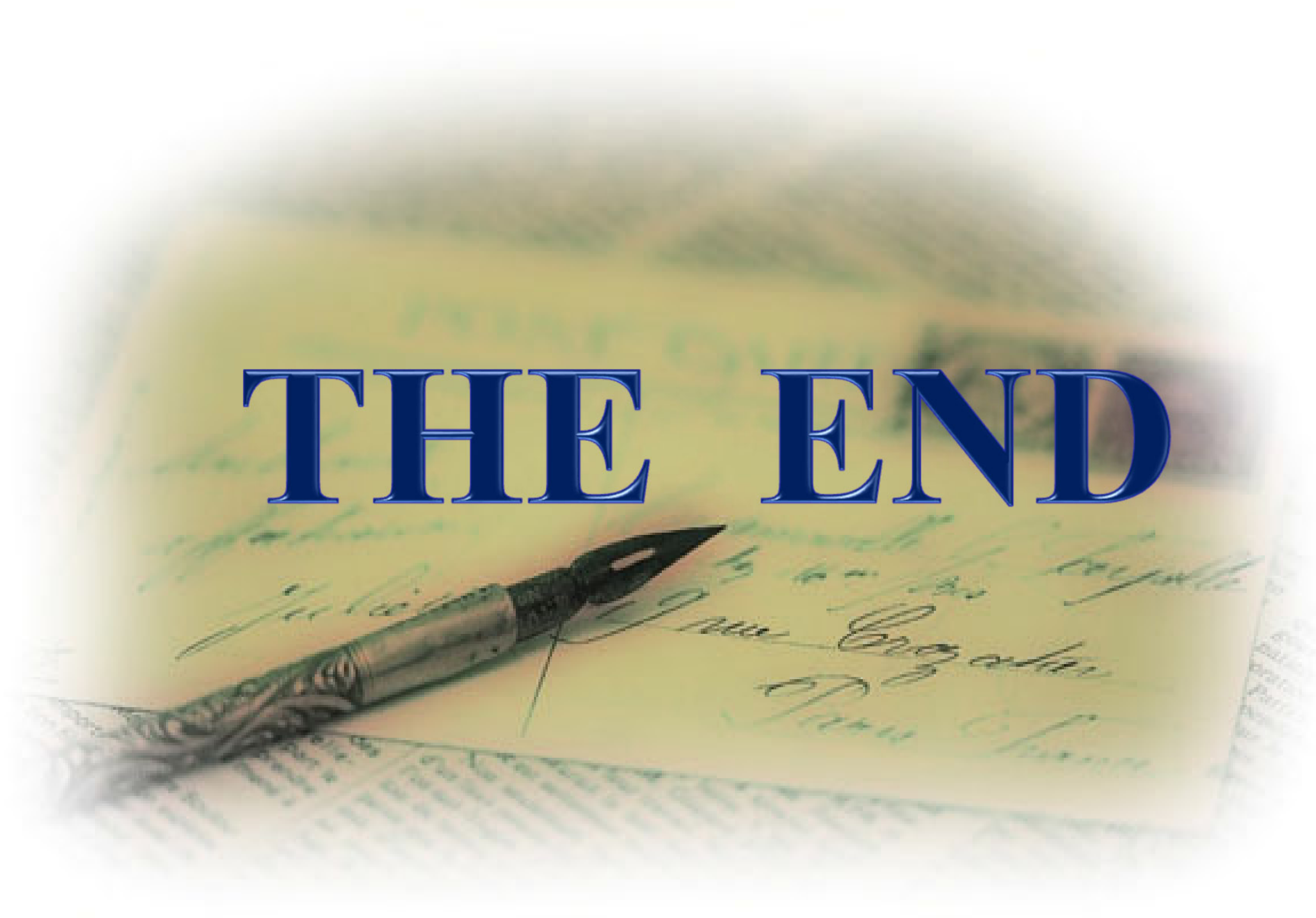
【例3】试用戴维南定理求例3图(a)所示电路中的电流*i*。



例3图

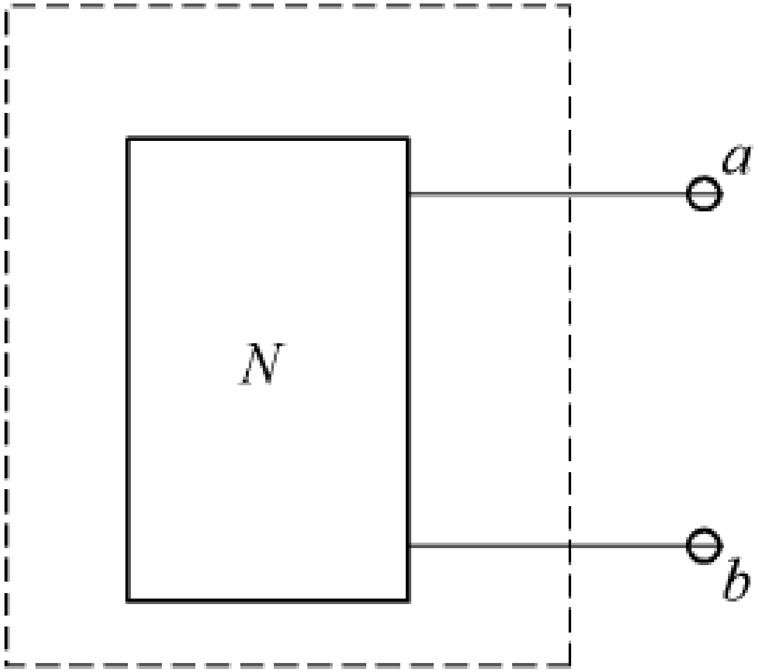
解：　**（3）求电流*i*。**

$$i = \frac{20}{4+4} = 2.5\text{A}$$


THE END

最大功率传输定理

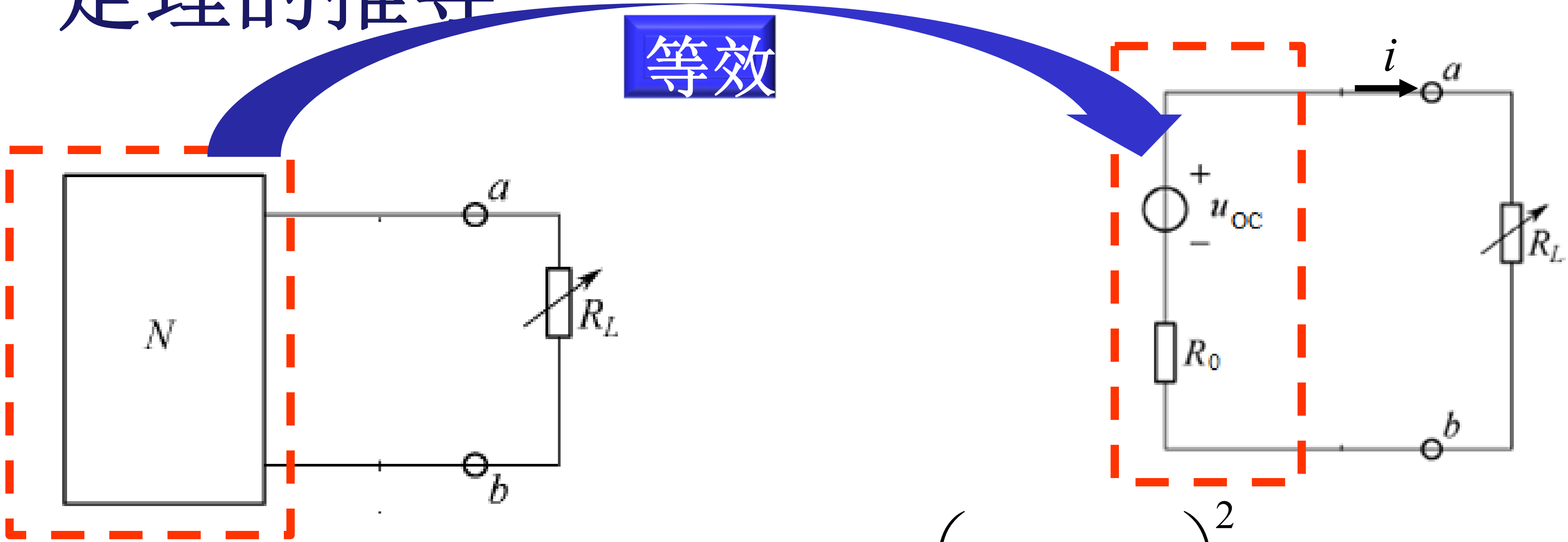
一、问题引出



$R_L = ?$

$P_L = P_{L\max}$

二、定理的推导



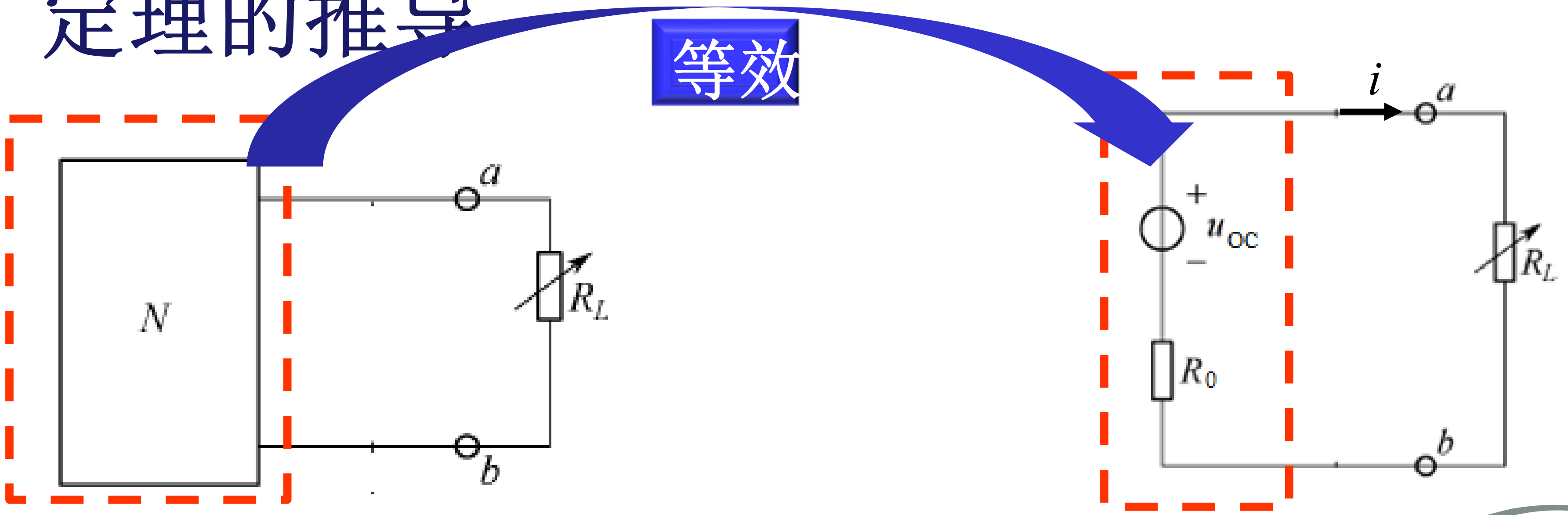
负载电阻吸收的功率

$$p = i^2 R_{\mathrm{L}} = \left(\frac{u_{\mathrm{OC}}}{R_0 + R_{\mathrm{L}}} \right)^2 R_{\mathrm{L}}$$

欲获得最大功率

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}R_{\mathrm{L}}} = \frac{\left(R_{\mathrm{L}} + R_0\right)^2 - 2R_{\mathrm{L}}\left(R_{\mathrm{L}} + R_0\right)}{\left(R_{\mathrm{L}} + R_0\right)^4} u_{\mathrm{OC}}^2 = 0$$

二、定理的推导



最大功率传输条件： $R_L = R_0$

负载获最大功率为： $p_{L\max} = \dfrac{u_{OC}^2}{4R_0}$

戴维南
定理应用

三、最大功率传输定理内容

给定线性含源二端网络向可变负载电阻R_L传输功率，当电阻负载R_L等于含源二端网络的等效电阻R_0时，负载能获得最大功率。

最大功率
匹配条件

四、最大功率传输定理的应用（其实就是戴维南定理）

利用最大功率传输定理求最大功率的一般步骤：

1、把负载支路移走，移走之后剩下电路是线性含源二端网络；

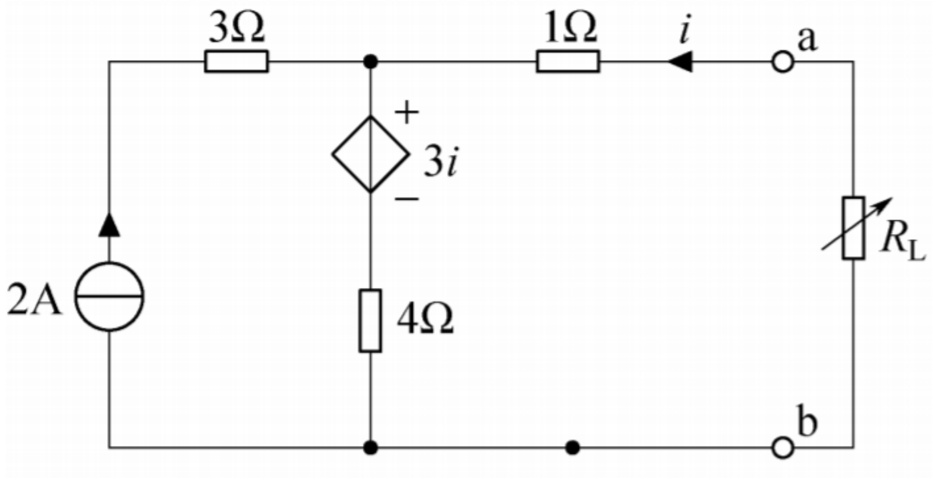
2、求线性含源二端网络的戴维南等效电路，求u_{oc},R_0；

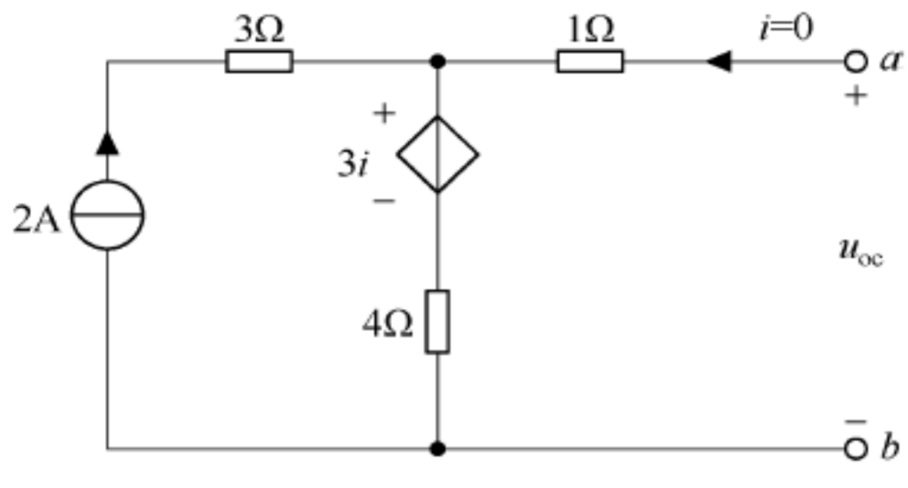
3、利用最大功率传输定理得负载电阻值$R_L=R_0$ ；

4、最大功率值

$$\boxed{p_{L\max}=\frac{u_{OC}^{2}}{4R_0}}$$

【例】 图(a)所示电路，试求电阻R_L为何值时获最大功率, 此时最大功率是多少？





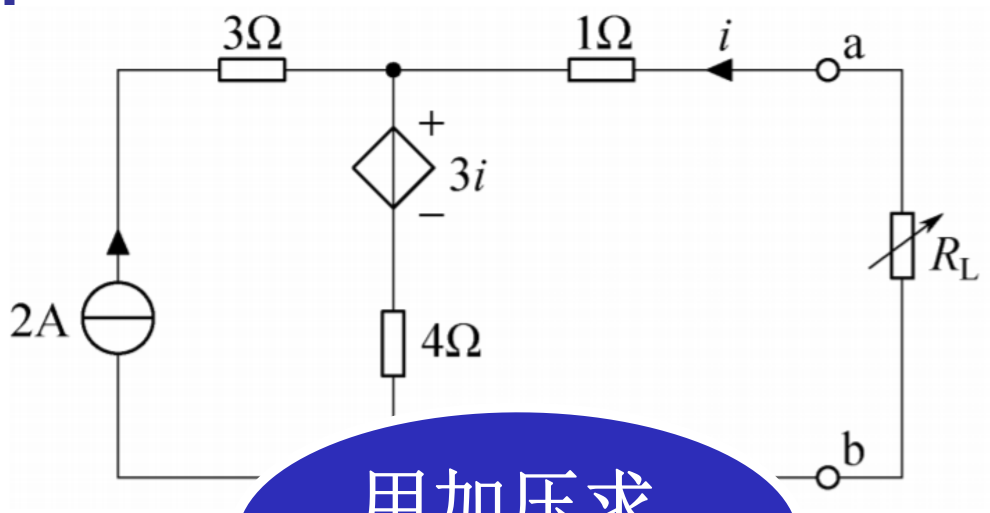
(b)

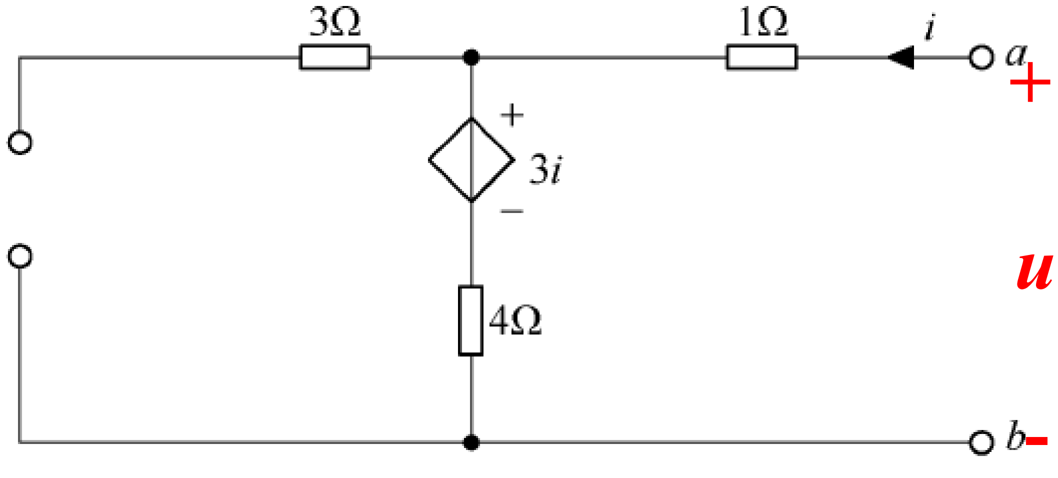
解： 1、负载R_L支路先移去，将a、b以左化为等效戴维南电路

a)求开路电压u_{OC}

$$u_{OC}=2\times4=8V$$

【例】 图(a)所示电路，试求电阻R_L为何值时获最大功率，此时最大功率是多少？





(c)

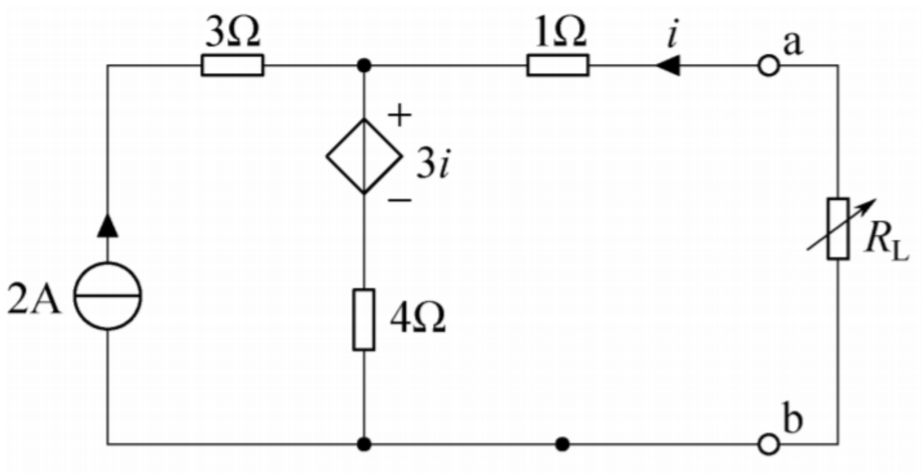
用加压求流法求解

解：……左化为等效戴维南电路。

b)求等效电阻$\boldsymbol{R_0}$。

$$u = i + 3i + 4i = 8i \quad \Rightarrow \quad R_0 = \frac{u}{i} = 8\Omega$$

【例】 图(a)所示电路，试求电阻R_L为何值时获最大功率，此时最大功率是多少？



2、最大功率传输定理

$$R_L = R_0 = 8\Omega$$

3、电阻获最大功率

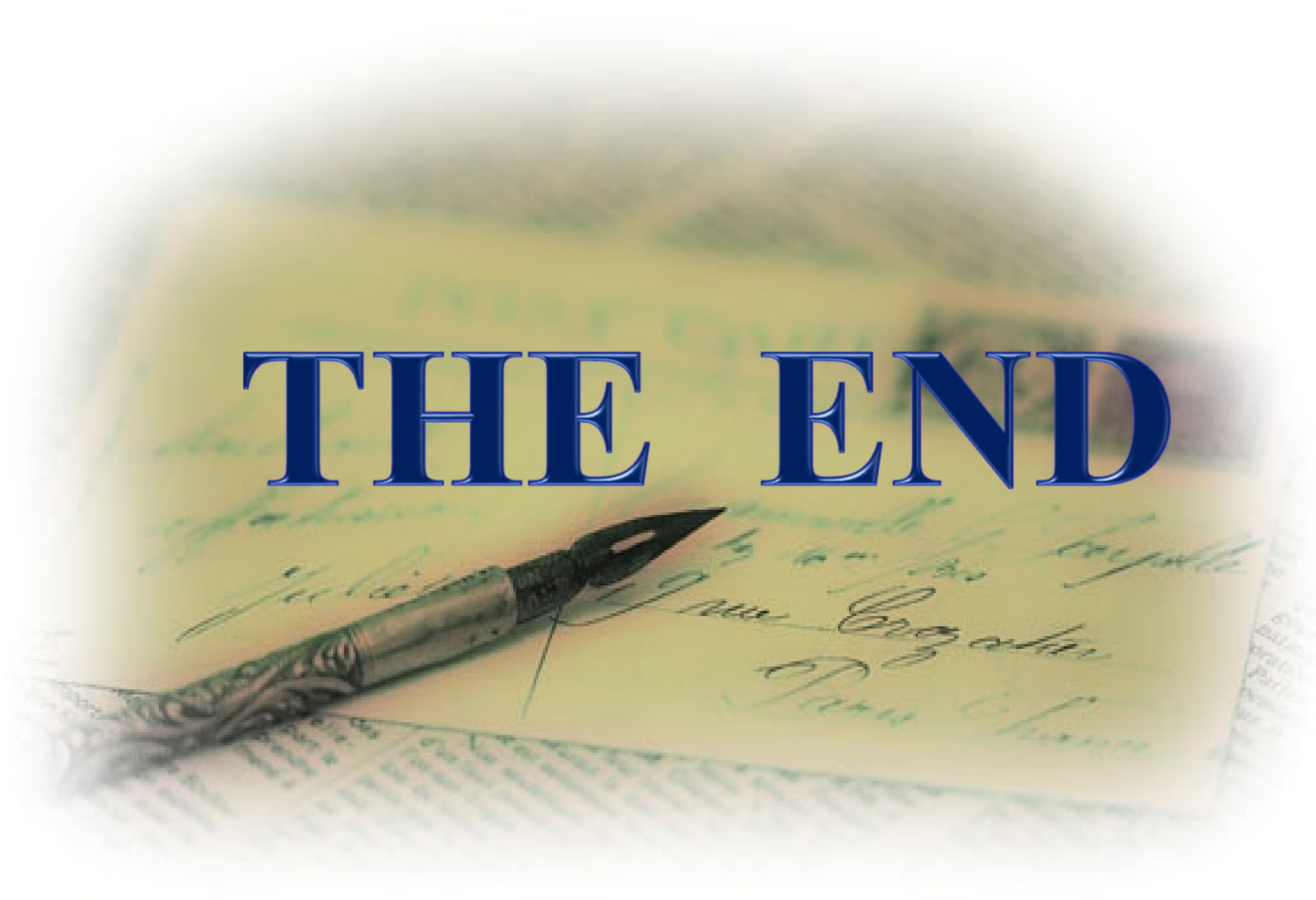
$$p_{L\max} = \frac{u_{OC}^2}{4R_0} = \frac{8^2}{4\times 8} = 2\mathrm{W}$$

若线性含源二端网络等效为诺顿电路，

则请同学们推导：

1）最大功率传输条件

2）$P_{L\max}$表达式。


THE END