互易定理

- 互易性

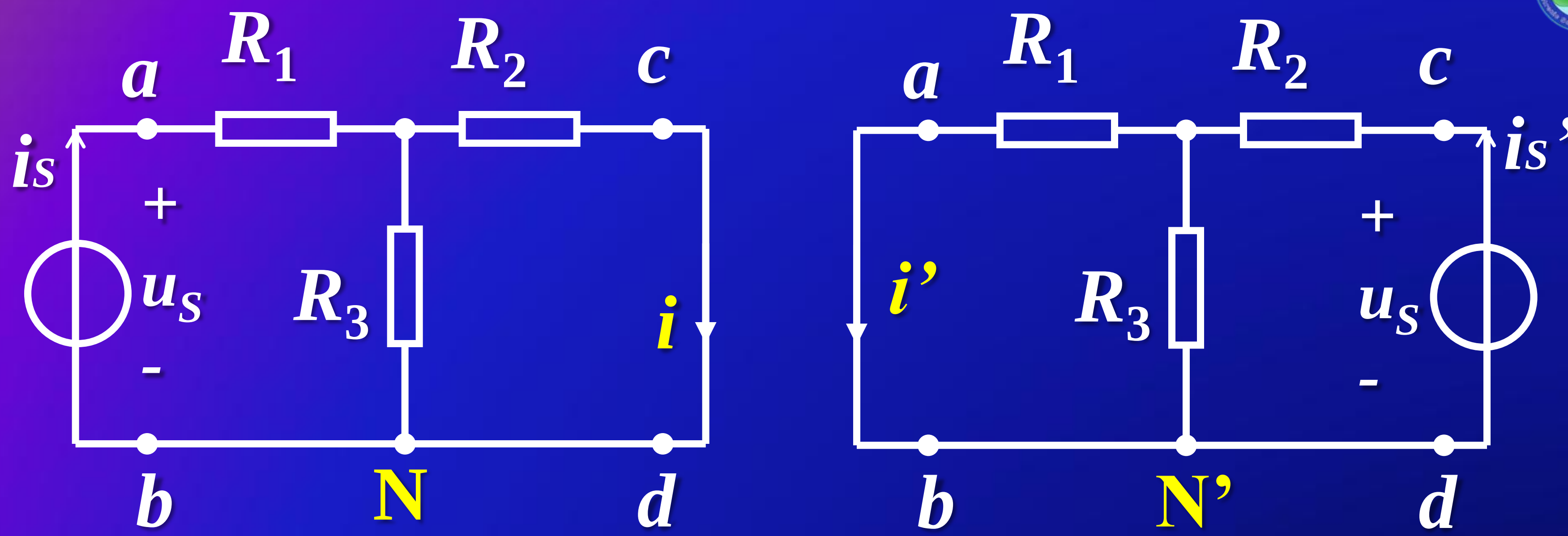
　　如果将一个网络的激励和响应的位置互换，网络对相同激励下的响应值不变。

- 互易网络

　　具有互易性的网络

- 互易定理

　　对于不含受控源的单个独立源激励的线性网络，有三种形式

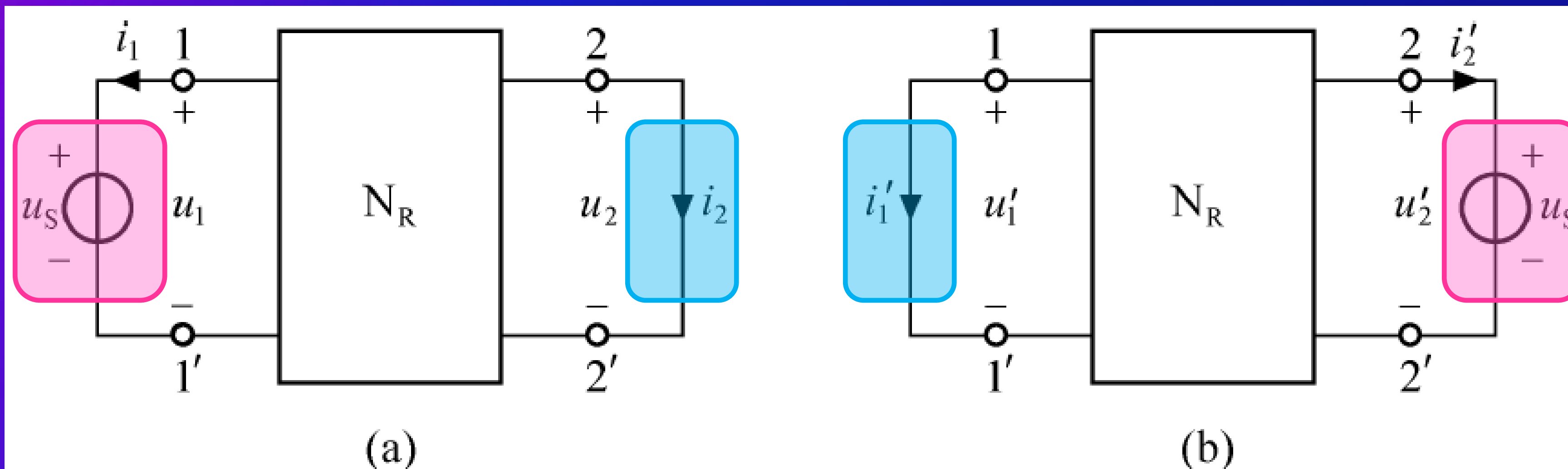


$$i=\frac{u_S}{R_1+R_2 /\!/ R_3}\cdot\frac{R_3}{R_2+R_3}=\frac{R_3}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}u_S$$

$$i'=\frac{u_S}{R_2+R_1 /\!/ R_3}\cdot\frac{R_3}{R_1+R_3}=\frac{R_3}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}u_S$$

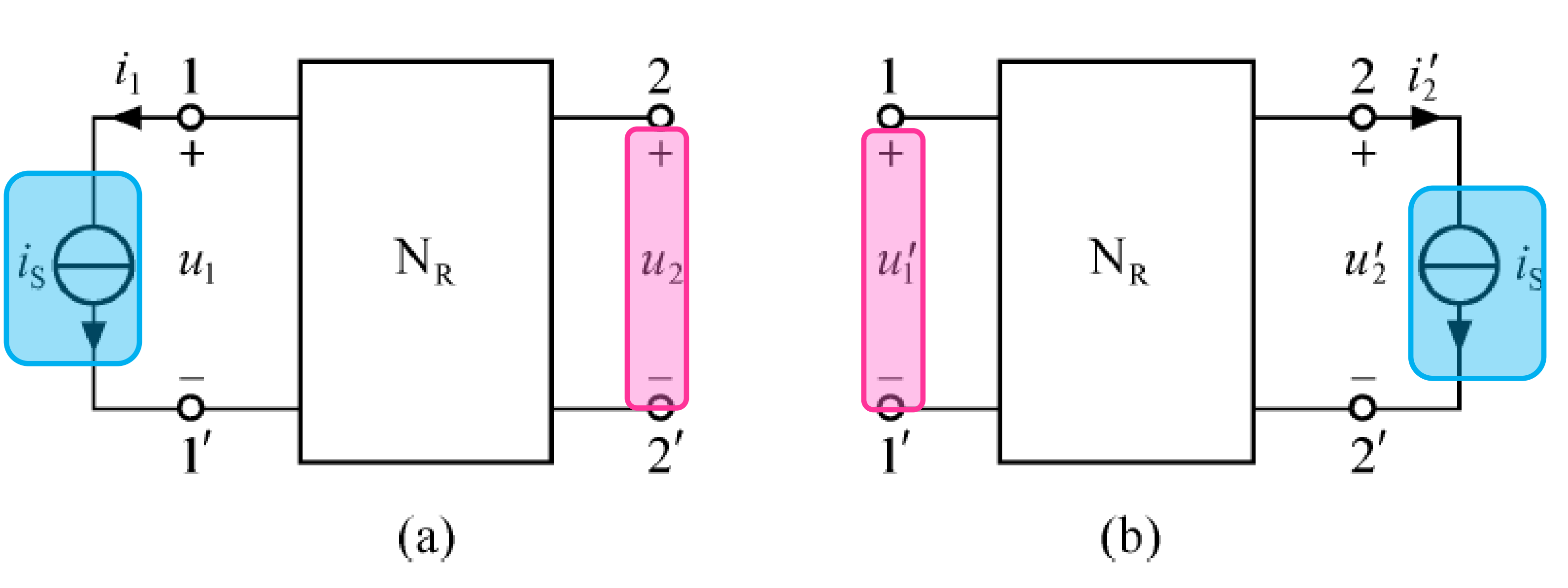
$i=i'$ ➔ 该网络是互易网络

互易定理形式 I



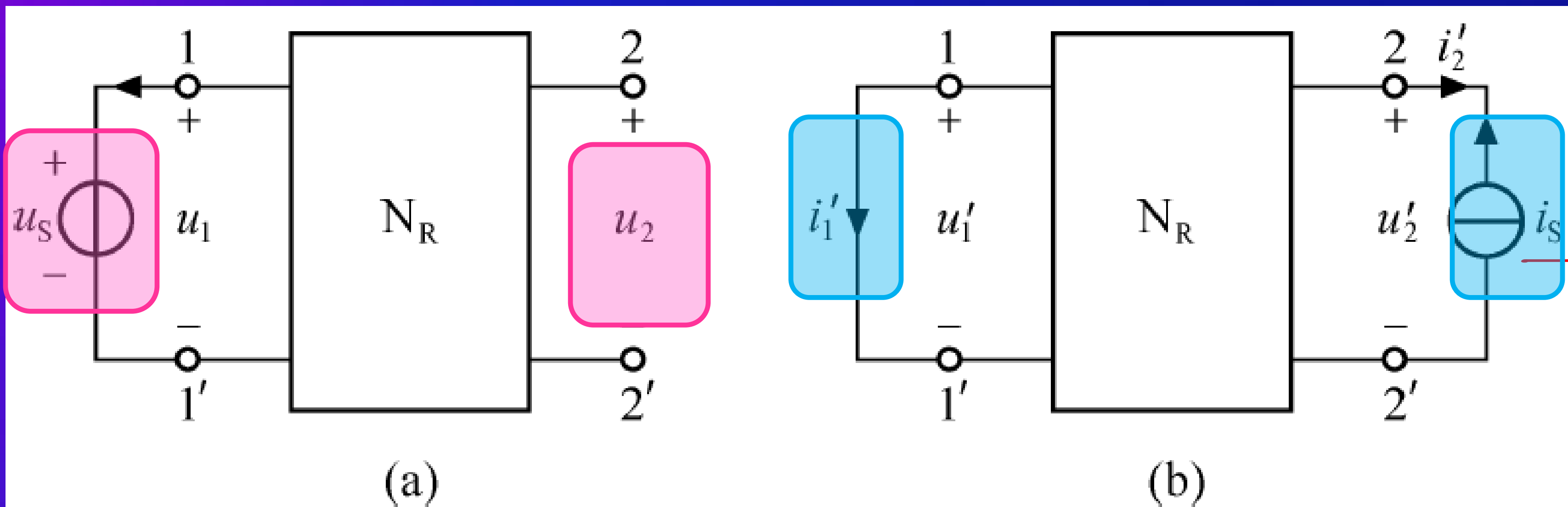
N_R仅由电阻组成，当**独立电压源u_s**激励与**响应电流**互换位置后，响应电流值相等。

互易定理形式II



N_R仅由电阻组成，当独立电流源i_s激励与响应电压互换位置后，响应电压值相等。

互易定理形式III



N_R仅由电阻组成，**激励电压源**u_s与**响应电压**互换位置，并将此激励换为相同数值的**独立电流源**i_s，产生的**响应电流**数值上与原响应电压相等。

注意：

- 适用范围

  ① 不含受控源

  ② 单个独立源激励源

  ③ 线性网络。

- 互易定理中的响应

  开路电压或短路电流。

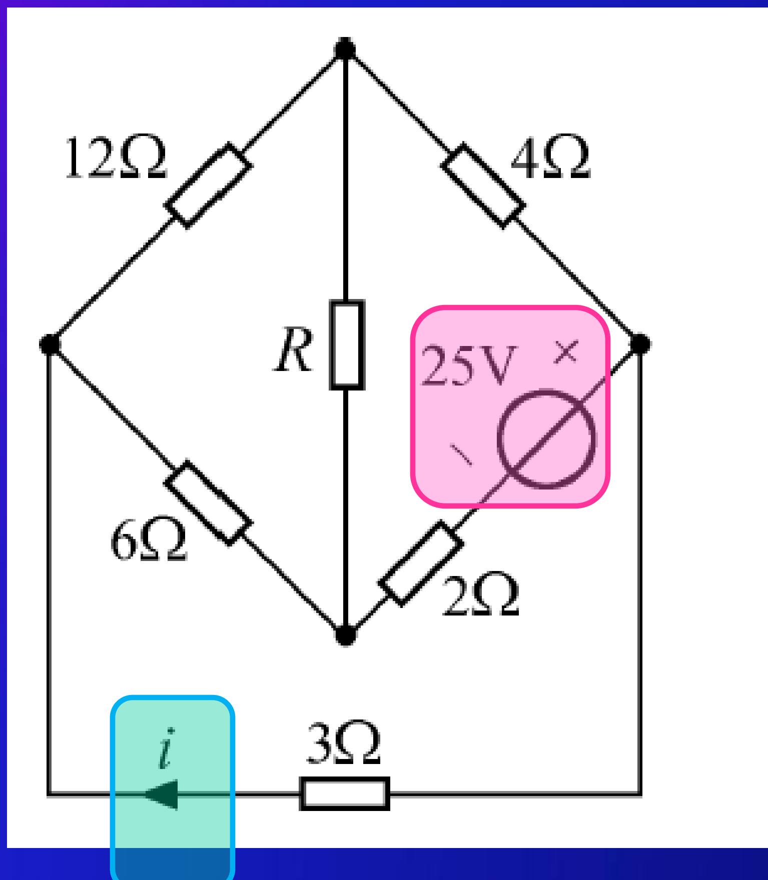
- 激励和响应的参考方向的关系

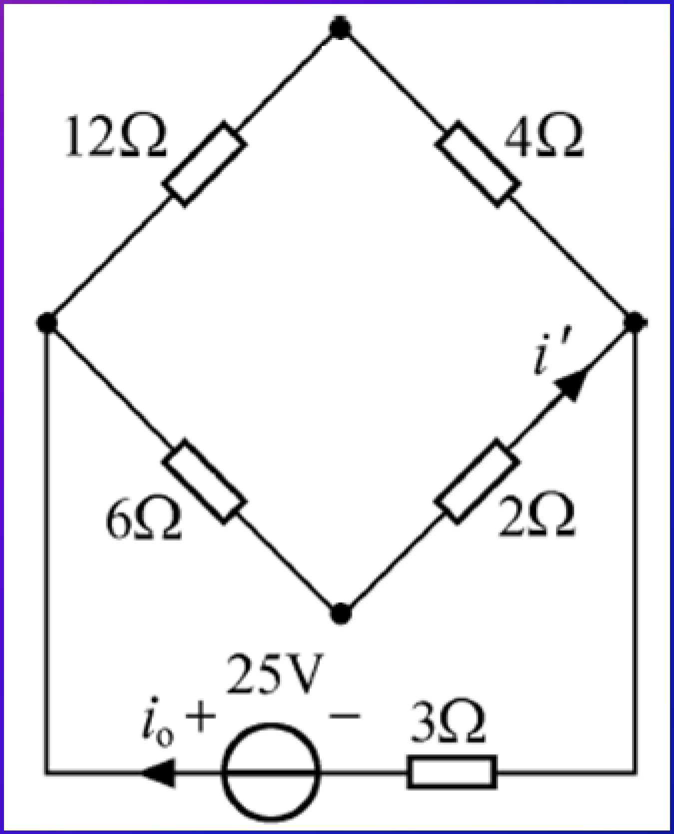
① 互易前后如一致(都关或都非关联)则相同激励的响应相同;

② 不一致则差一个负号;

③ 对形式三则相反。

例12（P102例4-12）如图所示电路中，电阻R未知，试求电流i。





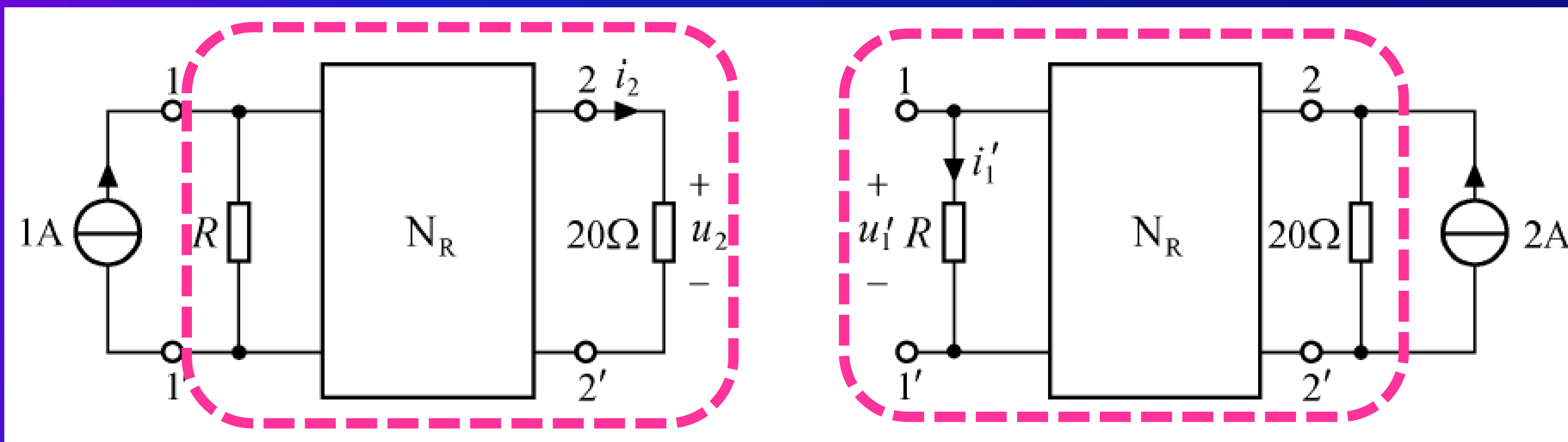
解：互易后，易得

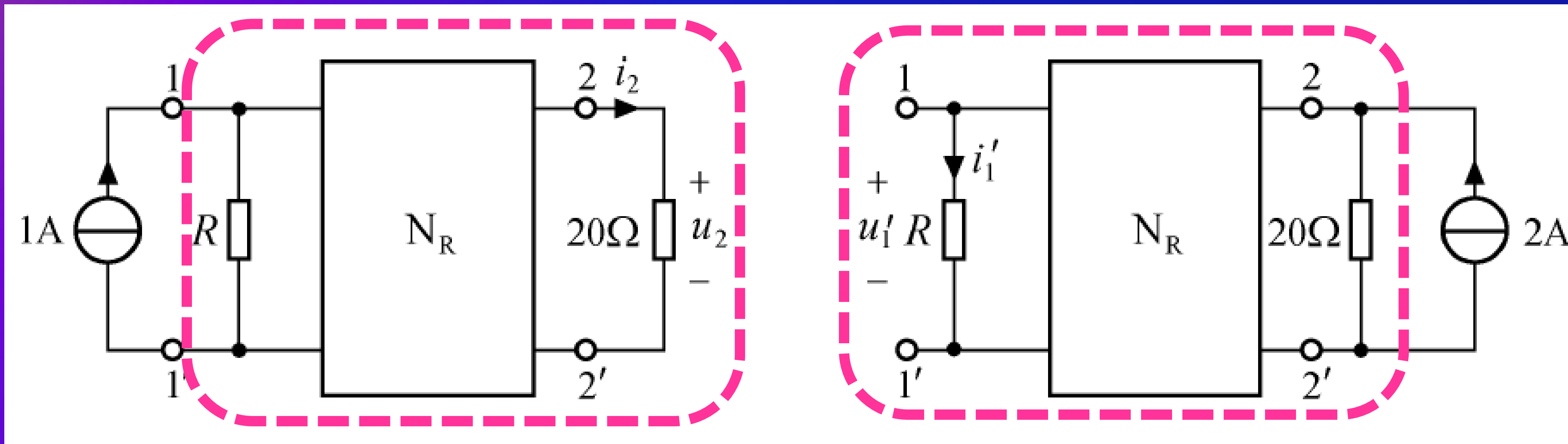
$$i_0 = \frac{25}{3+(12+4)//(2+6)} = 3A$$

$$i' = \frac{12+4}{(12+4)+(2+6)} i_0 = 2A$$

原图中（互易前）电流 $i = i' = 2A$

例13（P103例4-13）已知图(a)中i_2=0.1A；图(b)中得i_1'=0.4A，且N_R是线性电阻网络，试求R。





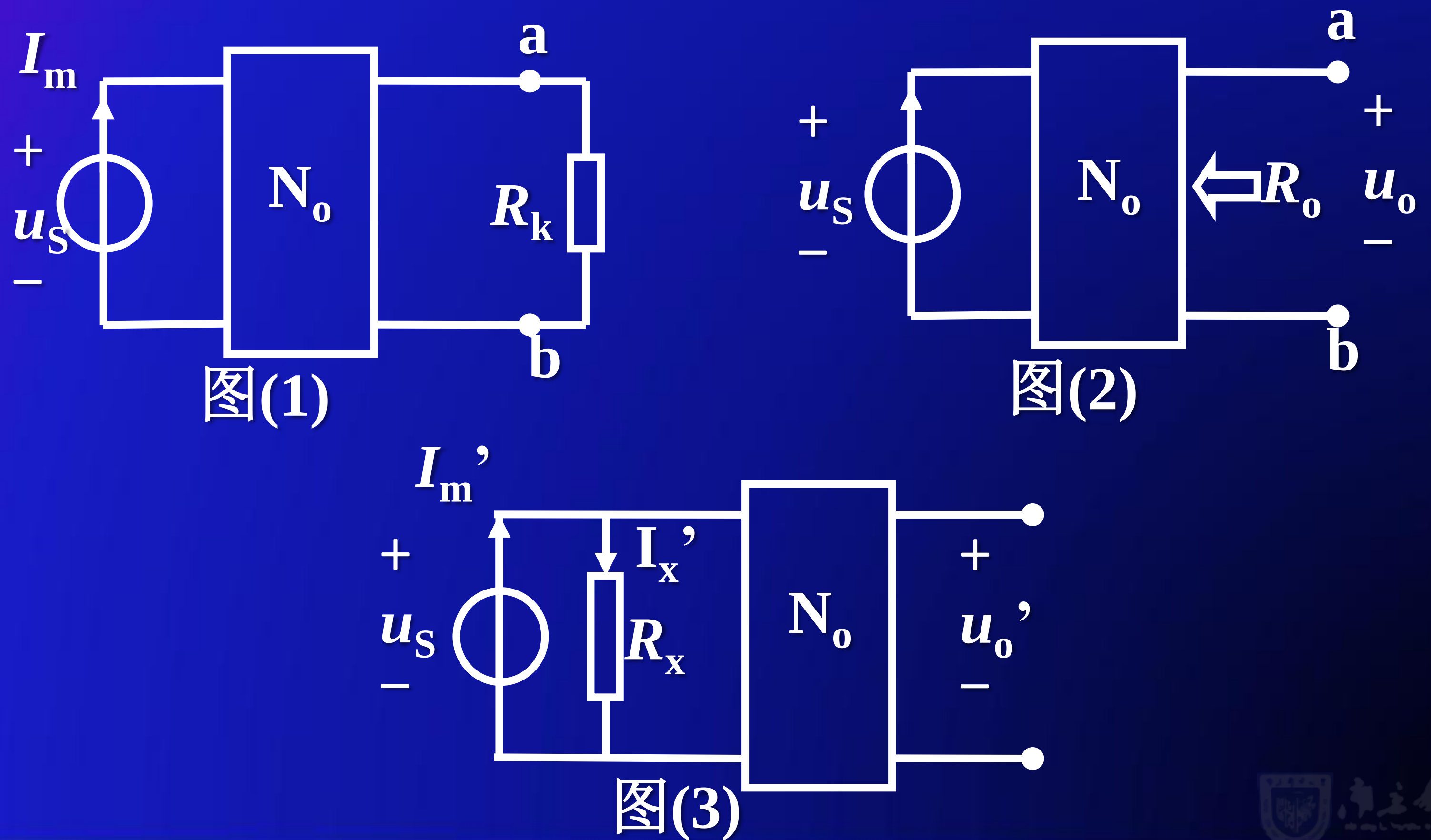
解：由图(a)得 $u_2=20i_2=2\text{V}$

由互易定理形式二有：$$\frac{i_s}{u_2}=\frac{i_s'}{u_1'}$$

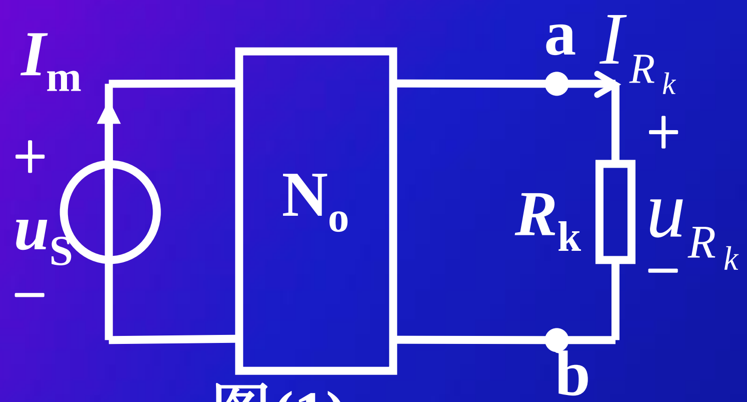
即：$1/2=2/u_1'$，得：$u_1'=4\text{ V}$

故：$R=u_1'/i_1'=4/0.4=10\Omega$

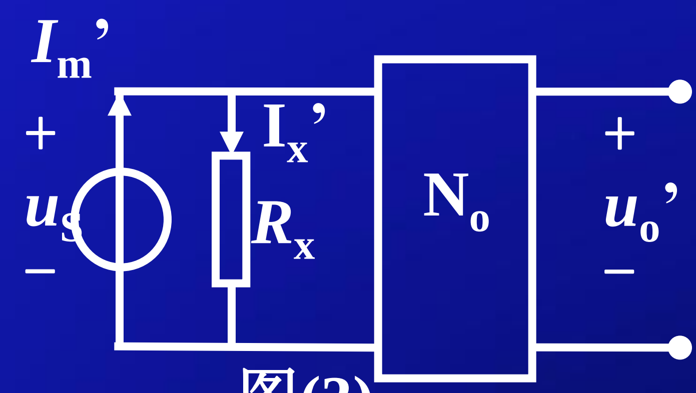
例14 已知图(1)中，N_o为无源线性电阻网络，流过u_S的电流为I_m；图(2)的开路电压为u_o，$R_{ab}=R_0$。问：图(3)的R_x为何值，才有 $I_m = I_m'$。



解：特勒根定理



图(1)

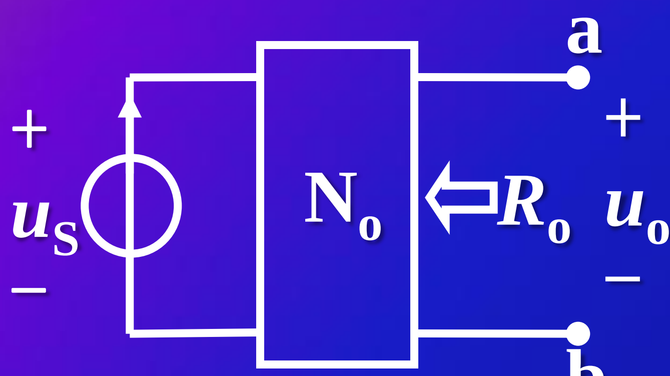


图(3)

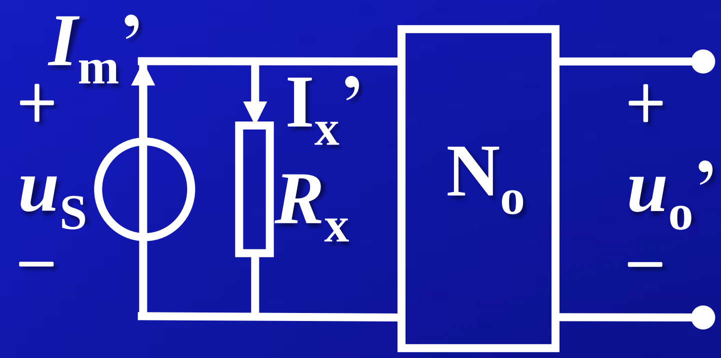
$$u_s(-I_m')+u_sI_x'+u_{R_k}\cdot 0=u_s(-I_m)+u_S\cdot 0+u_o'I_{R_k}$$

由于题目要求 $I_m = I_m$’，所以

$$u_sI_x'=u_o'I_{R_k}$$



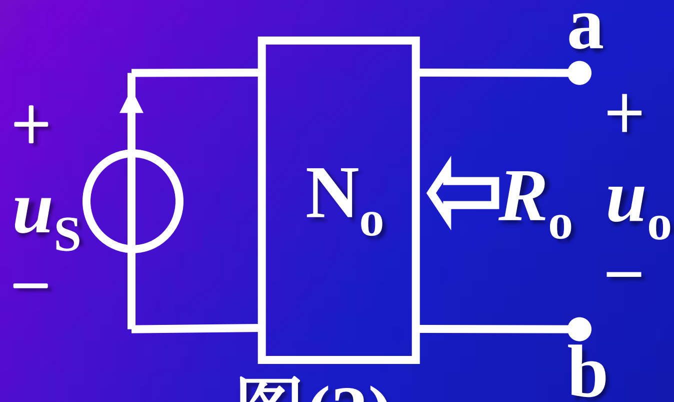
图(2)



图(3)

对输出端而言，图(2)与图(3)等效 (u_S与R_x并联可等效为u_S), 因此

$$u_o' = u_o$$



图(2)

图(1)

图(2)可知，图（1）ab以左可等效为电压源u_o串联R_0戴维南电路，所以

$$I_{R_k} = \frac{u_o}{R_o + R_k}$$

$$u_s I_x' = u_o' I_{R_k} = u_o \cdot \frac{u_o}{R_o + R_k}$$

得：
$$I_x' = \frac{u_o^2}{R_o + R_k} \cdot \frac{1}{u_S}$$

所以：
$$R_x = \frac{u_S}{I_x'} = \left(\frac{u_S}{u_o}\right)^2 \cdot (R_o + R_k)$$

南京邮电大学