

电路理论

Principles of Electric Circuits

第二章 简单电路和等效变换

2023年9月



电路理论

Principles of Electric Circuits

第二章 简单电路和等效变换

§ 2.1 等效二端网络

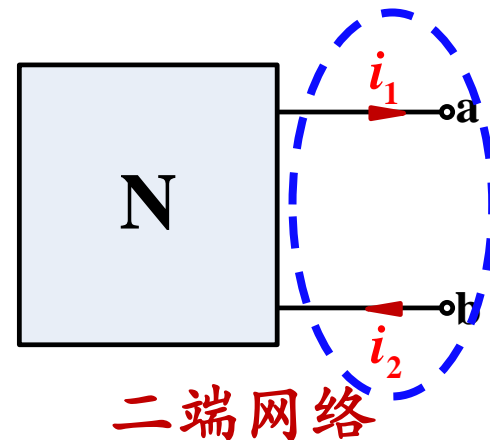
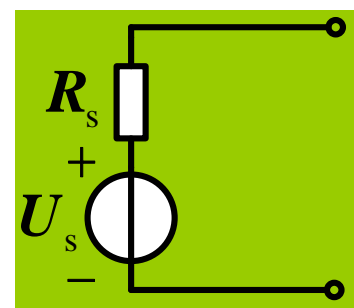
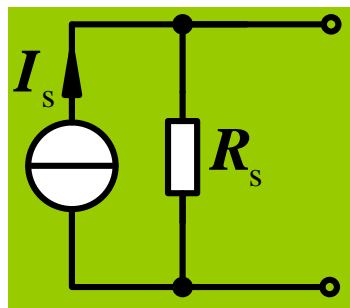
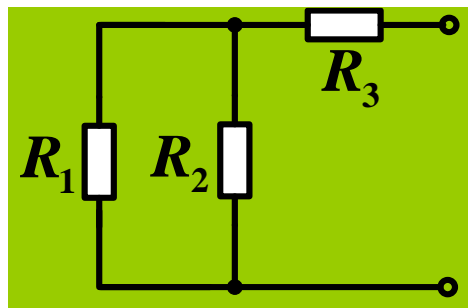


§ 2.1 等效二端网络

一、二端网络 (Two-terminal Network)

1. 定义：仅有**两个**端钮与外部连接的**网络**。

例如：



2. **端口**：由两个端子构成，且流入一个端子的电流等于流出另一个端子的电流。

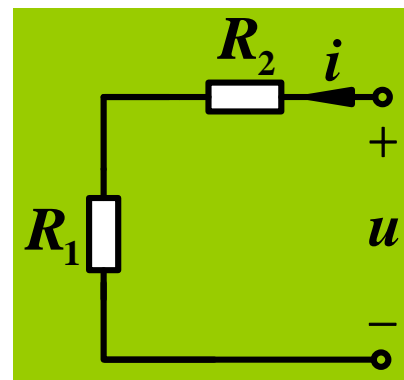
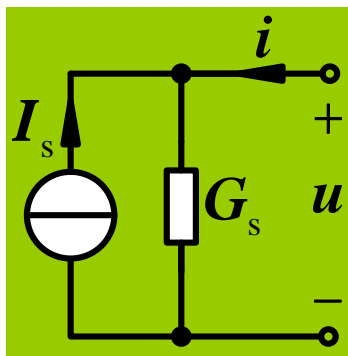
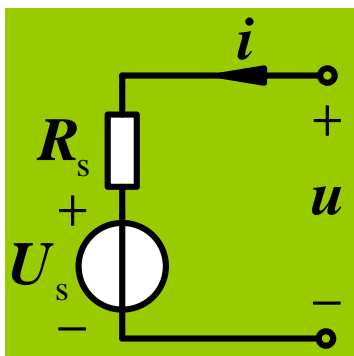
$$i_1 = i_2$$

二端网络又称为**单口**〔网络〕 (One-port Network)

§ 2.1 等效二端网络

一、二端网络 (Two-terminal Network)

3. 二端网络的外特性 (端口VAR)



$$u = R_s i + U_s \quad i = G_s u - I_s \quad u = i(R_1 + R_2)$$

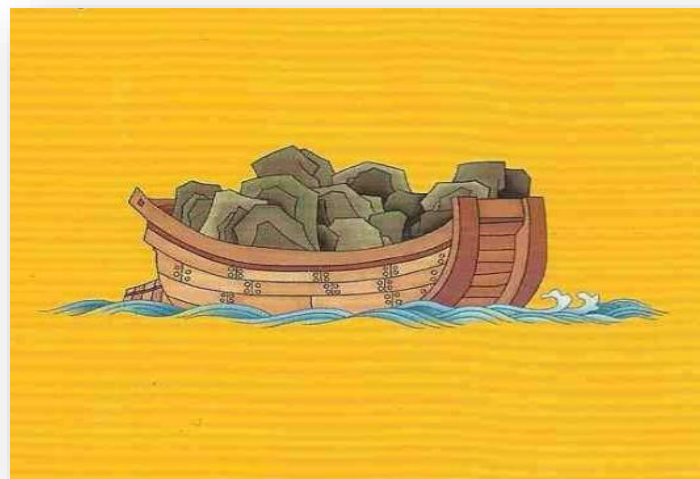
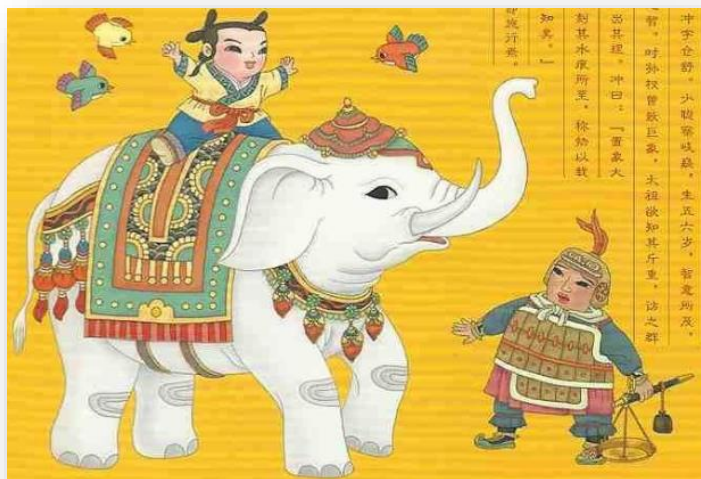


注意：

端口电压、端口电流的参考方向是**关联**还是**非关联**

§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络



等价



干得漂亮！！



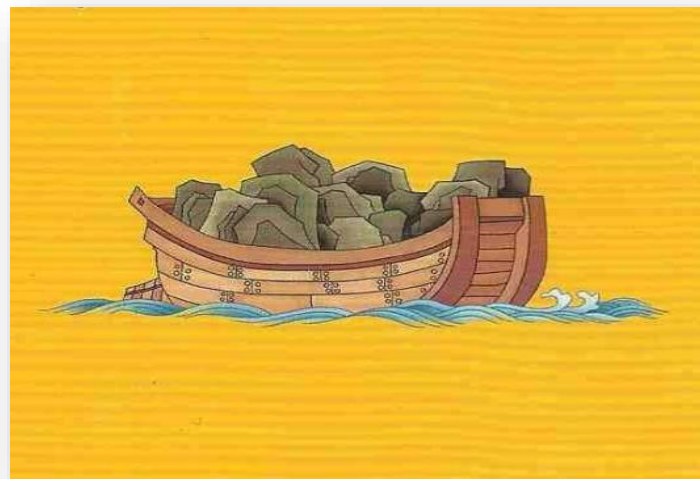
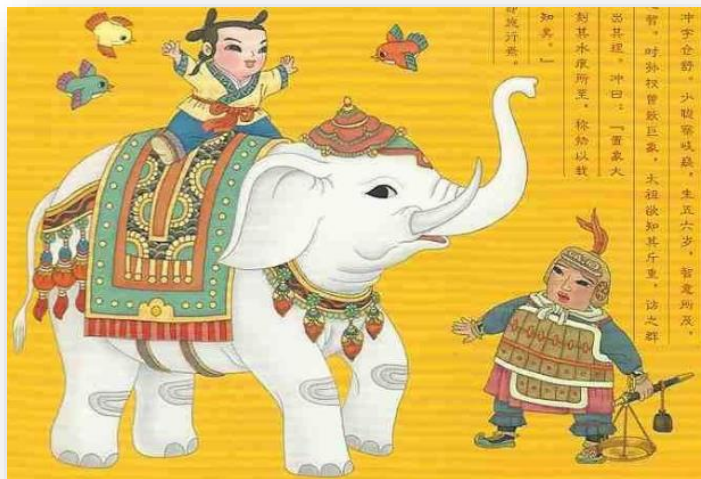
借鉴该思想

等效
(Equivalence)



§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络



等价

敲黑板！！

大象 \neq 石头：对内不等效

大象的重量 = 石头的重量：对外等效

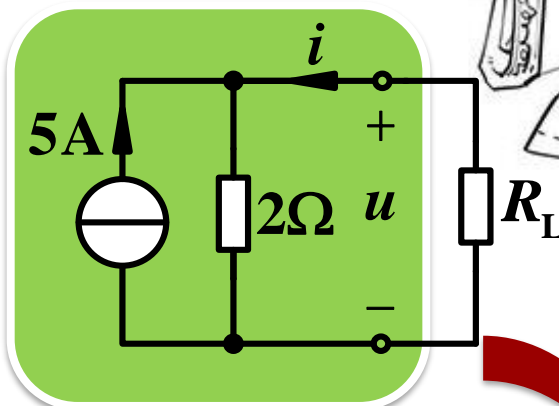
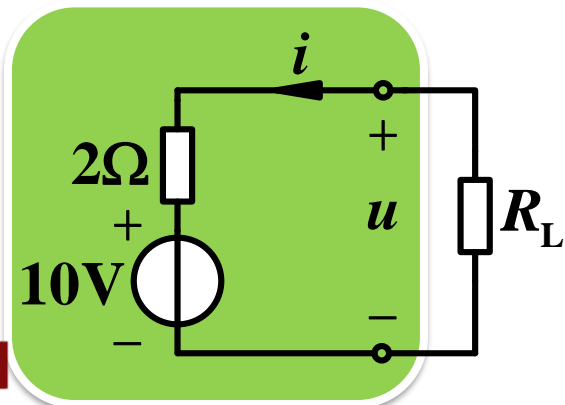


§ 2.1 等效二端网络

Why?



【例】分别求 $R_L=3\Omega$ 和 $R_L=2\Omega$ 下的电流 i 。



$R_L=2\Omega:$ $i = -\frac{10}{2+2} = -2.5\text{A}$

$i = -\frac{2}{2+2} \times 5 = -2.5\text{A}$

$R_L=\text{VAR}$ $i = -\frac{10}{2+3} = -2\text{A}$

$i = -\frac{2}{2+3} \times 5 = -2\text{A}$ **VAR**

【根本原因】

$$u = 2i + 10$$

$$i = \frac{u}{2} - 5$$

VAR相同，两个网络等效

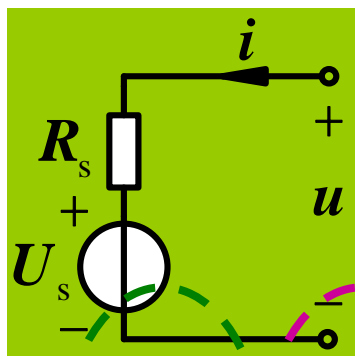


§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络

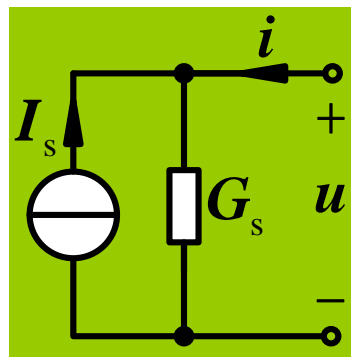
在相同的端口电压、端口电流参考方向下，外特性完全相同的两个二端网络是等效的。

实际电压源模型



$$u = R_s i + U_s$$

实际电流源模型



$$i = G_s u - I_s$$

等效变换



等效条件:

$$R_s = 1/G_s$$

$$U_s = R_s I_s$$

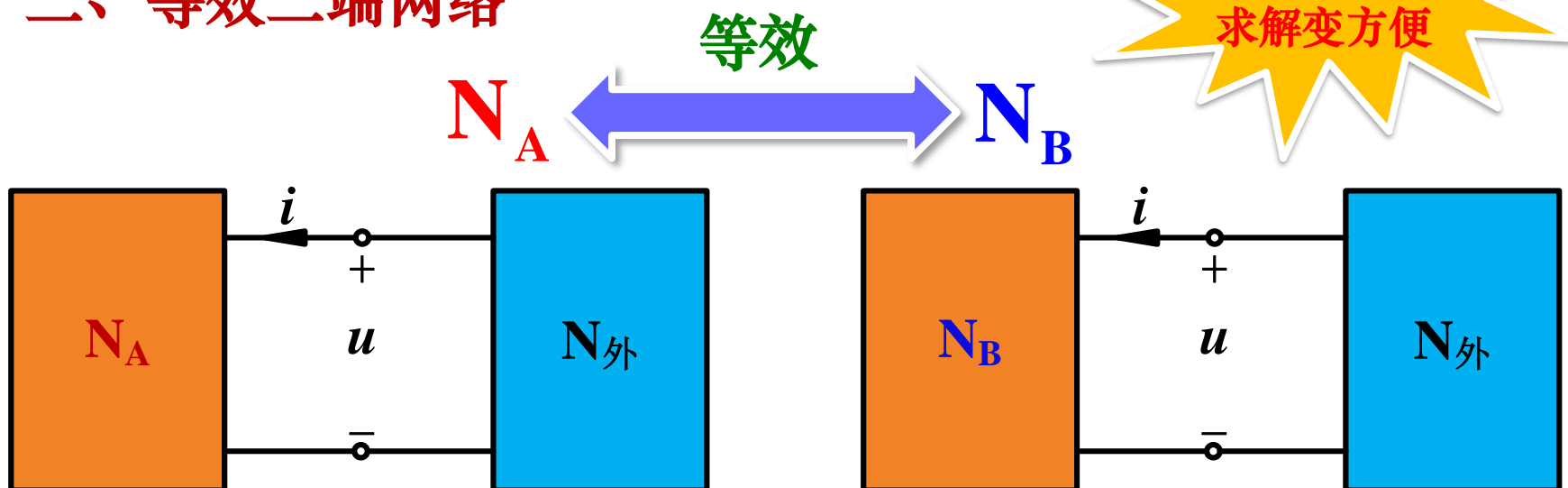
$$u = \frac{1}{G_s} i + \frac{I_s}{G_s}$$

变形



§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络



★ **注意:**

- (1) 等效是对任意的**外部电路而言**的，即对外部电路的作用等效，但对内部电路并不等效；

§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络



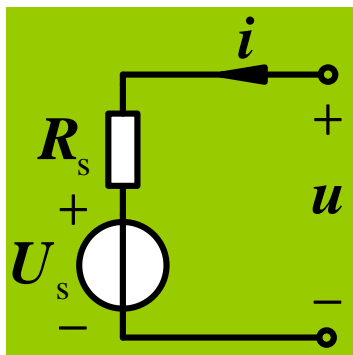
内变外不变
求解变方便

实际电压源模型

实际电流源模型

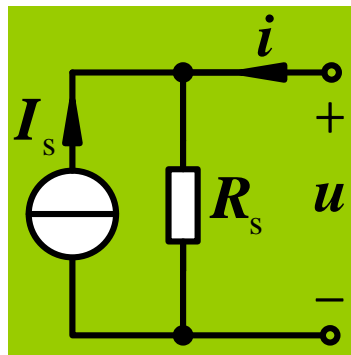
内阻消耗的功率

$$P_{R_s} = R_s i^2$$



内阻消耗的功率

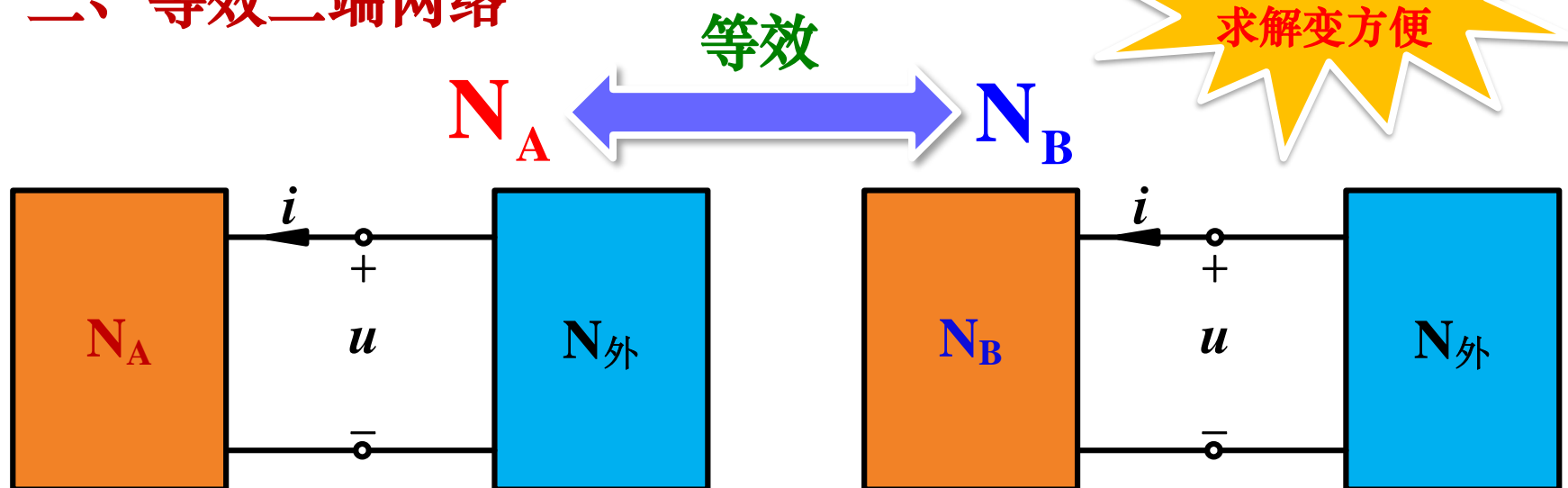
$$P_{R_s} = R_s (i + I_s)^2$$



(1) 等效是对任意的**外部电路而言**的，即对外部电路的作用等效，但对内部电路并不等效；

§ 2.1 等效二端网络

二、等效二端网络



★ **注意:**

- (1) 等效是对任意的**外部电路而言**的，即对外部电路的作用等效，但对内部电路并不等效；
- (2) 等效代换后，外部电路中**支路的电压和电流保持不变**；
- (3) 网络等效是一种固有性质，与端口参考方向的**选取无关**。