

7.

叠加定理、齐性定理  
替代定理

邹建龙

# 主要内容

- 为什么要讲电路定理？
- 叠加定理的由来
- 叠加定理内容和适用范围
- 叠加定理的应用
- 齐性定理
- 替代定理

# 为什么要讲电路定理？

1. 存在就是硬道理！
2. 电路定理反映了电路的规律
3. 不要一味硬算，还要善于利用规律办事

从计算层次进入分析层次

# 叠加定理的由来

线性系统的定义就是要满足：

(1) 可加性  $f(x_1 + x_2) = f(x_1) + f(x_2)$

(2) 齐性  $f(kx_1) = kf(x_1)$

综合, 即  $f(ax_1 + bx_2) = af(x_1) + bf(x_2)$

# 叠加定理的内容

前提

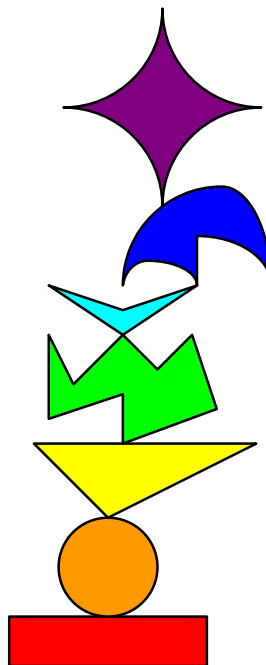
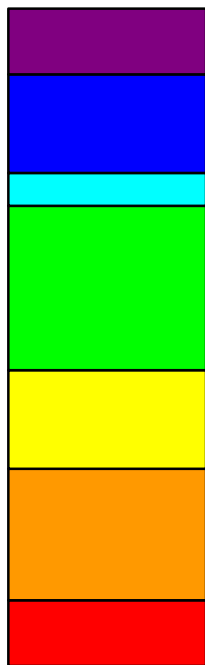
表述形式1：线性电路中，任一支路的电压或电流都等于各独立电源单独作用在此支路上所产生电压或电流的叠加。

受控源不独立，不考虑

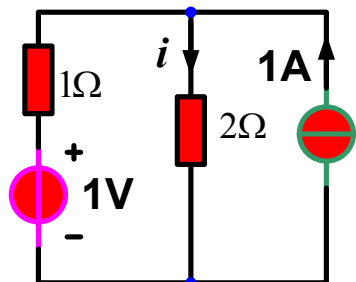
表述形式2（有局限性）：任一支路的电压或电流都等于各独立电源的线性组合。（仅适用于线性电阻电路）

# 叠加定理的适用范围

叠加定理仅适用于线性电路！！！！！！！！

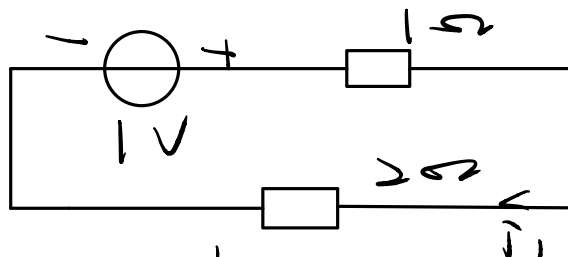


# 叠加定理的应用



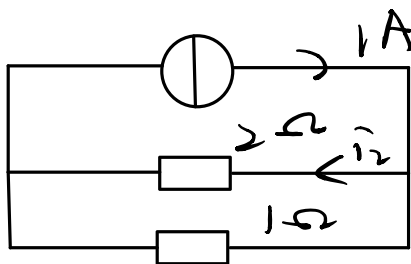
求  $i$

电压源单独作用时



$$i_1 = \frac{1}{3} A$$

电流源单独作用时



$$i_2 = \frac{1}{3} A$$

$$i = i_1 + i_2 = \frac{2}{3} A$$

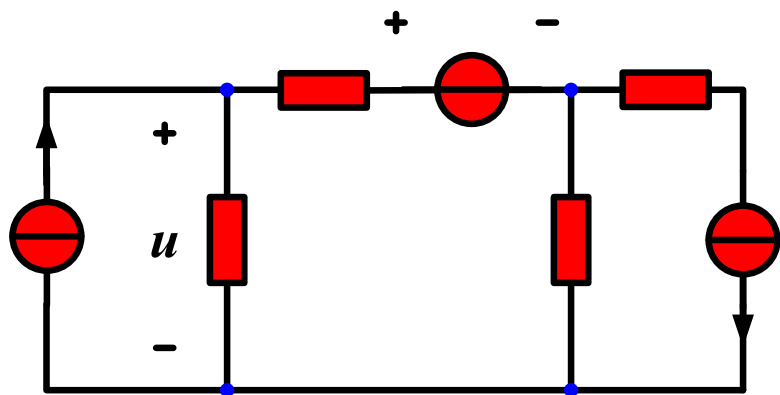
电压源单独作用

两端短路

电流源单独作用

两端开路

## 叠加定理的应用



所有取值均为1，求 $u$

答案： $u=2/3V$

$$\therefore u = u_1 + u_2 + u_3 = \frac{2}{3}V$$

解：

左侧电压源单独作用

$$u_1 = \frac{2}{3}V$$

右侧电压源单独作用

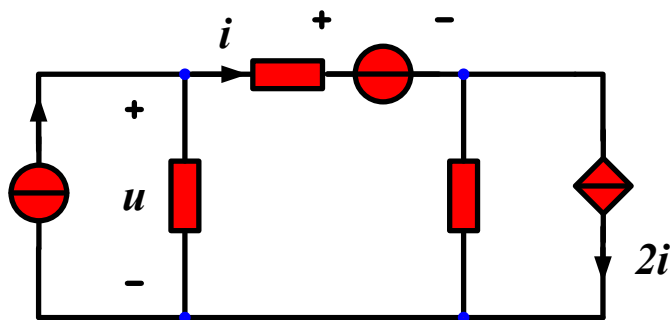
$$u_2 = -\frac{1}{3}V$$

电流源单独作用时

$$u_3 = \frac{1}{3}V$$



## 叠加定理的应用-含受控源的处理方法



所有取值均为1, 求  $u$ 、 $i$

答案:  $u=1V$ ,  $i=0A$

注: 受控源保持不变

解:

电流源单独作用时

$$u_1 = 0V, \quad i_1 = 1A$$

电压源单独作用时

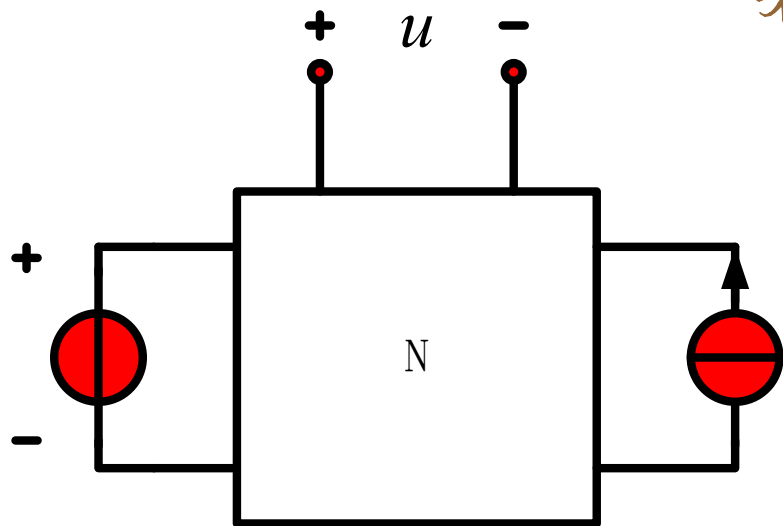
$$u_2 = 1V, \quad i_2 = -1A$$

$$\therefore u = u_1 + u_2 = 1V$$

$$i = i_1 + i_2 = 0$$

# 叠加定理的应用-第二种表述形式的应用

各电源的线性组合



设电压源、电流源单独

作用为  $u_1$ 、 $u_2$

$$\begin{cases} 1 = u_1 + u_2 \\ 3 = u_1 - u_2 \end{cases}$$

图示电路中N为线性电阻网络,  $u=1V$ ;

$$\therefore u_1 = 2V$$

若电流源反向, 则  $u=3V$ ;

$$u_2 = -1V$$

若去掉电流源, 那么  $u=?$

答案:  $u=2V$

反向不改变  
阻抗系数不变

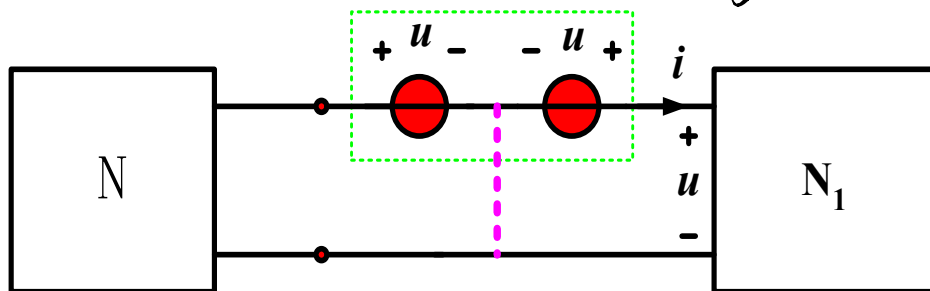
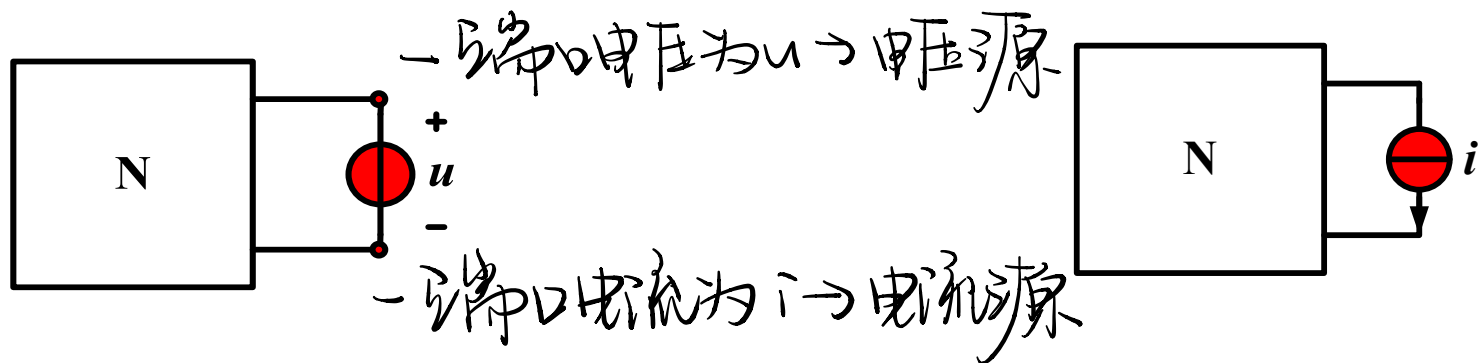
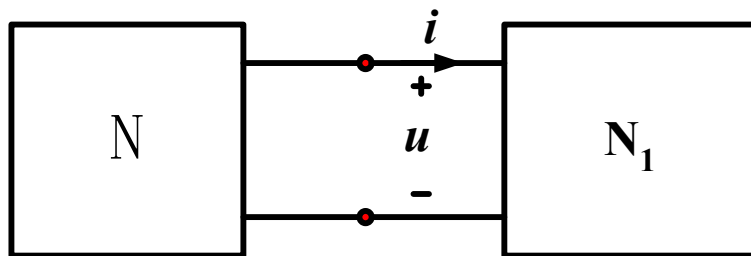
$\therefore$  去掉电流源  $u=2V$

# 齐性定理

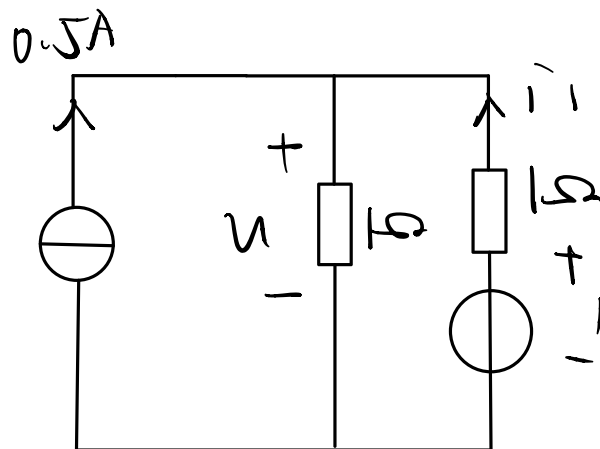
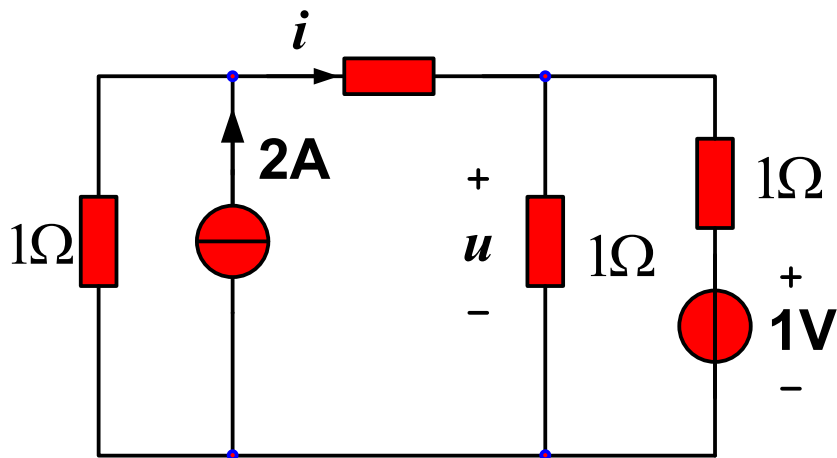
齐性定理是叠加定理的一个推论：

线性电阻电路中，若所有独立源变为原来的 $k$ 倍，则任一支路的电压和电流也变为原来的 $k$ 倍

# 替代定理



## 替代定理-例题



已知  $i=0.5\text{A}$ ，求  $u$

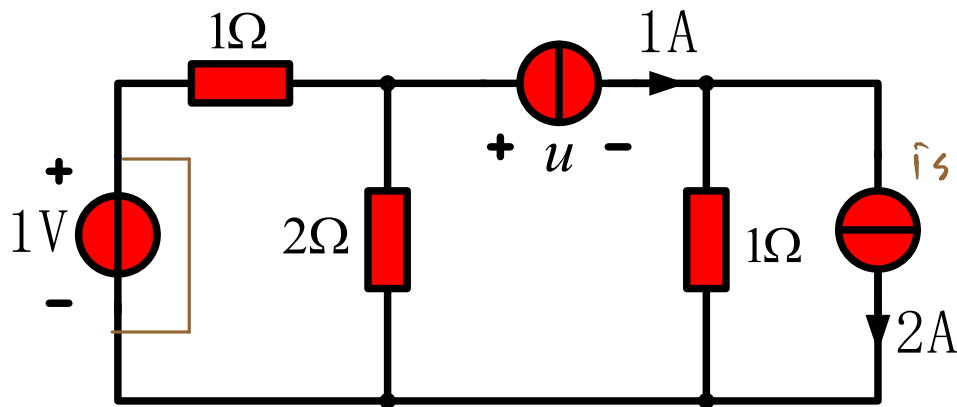
$$(i_1 + 0.5) = u$$

答案:  $u=0.75\text{V}$

$$1 = i_1 + u$$

解得  $u=0.75\text{V}$

# 作业-1



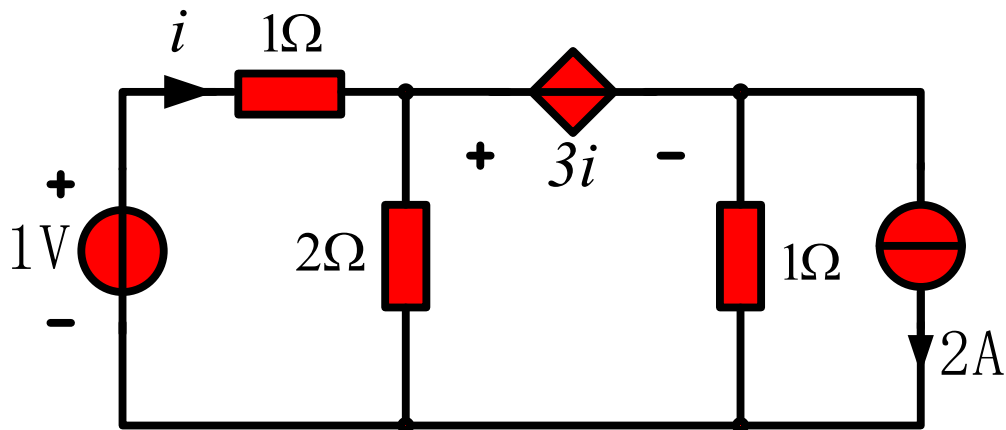
利用叠加定理求 $u$

解：电压源单独作用时， $i_1 = \frac{1}{3} \text{ A}$ ， $u_1 = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \text{ V}$

1A电流源单独作用时， $1 + \frac{2}{3} + u_2 = 0 \Rightarrow u_2 = -\frac{5}{3} \text{ V}$

2A电流源单独作用时， $u_3 = 2 \text{ V} \quad \therefore u = u_1 + u_2 + u_3 = 1 \text{ V}$

## 作业-2



利用叠加定理求  $i$

解：由电压源单独作用时

$$i_1 = 1 - u_{n1}$$

$$i_1 = \frac{u_{n1}}{2} + u_{n1} - 3i_1$$

得  $i_1 = \frac{2}{11} \text{ A}$

电流源单独作用时

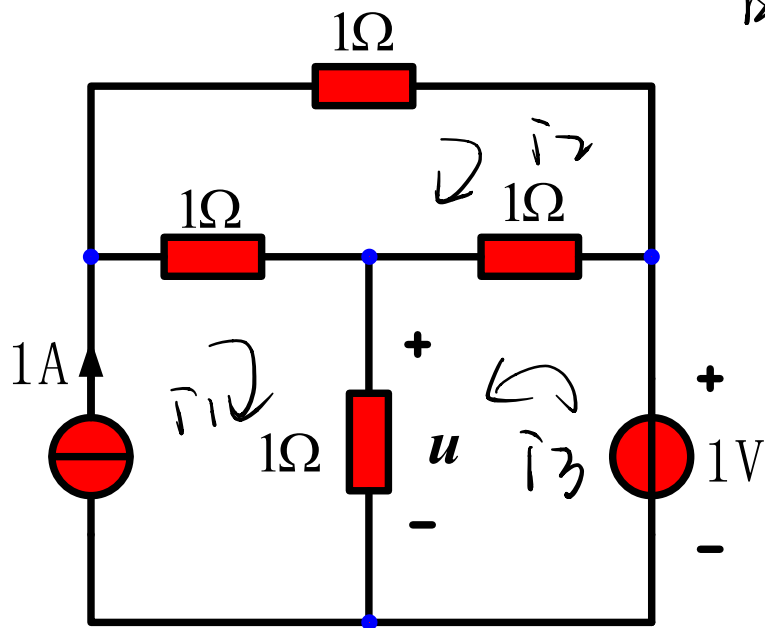
$$i_2 = u_{n2} - 3i_2$$

$$i_2 = \frac{u_{n2} - 3i_2}{2/3} + u_{n2}$$

得  $i_2 = \frac{4}{11} \text{ A}$

$$\therefore i = i_1 + i_2 = \frac{6}{11} \text{ A}$$

## 作业-3



求 $u$

解：由回路电流法

$$3i_2 + i_3 - i_1 = 0$$

$$1 = i_2 + i_3 + i_3 + i_1$$

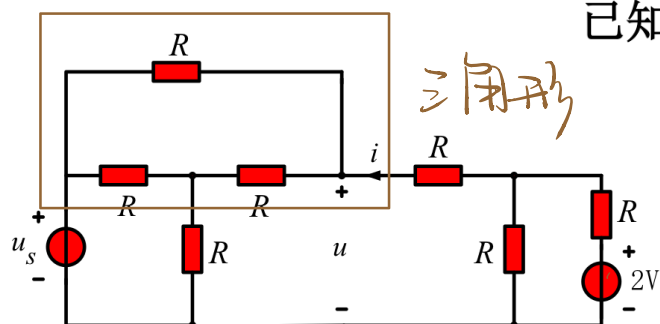
$$i_1 = 1A$$

$$u = i_1 + i_3$$

得  $u = 0.8V$

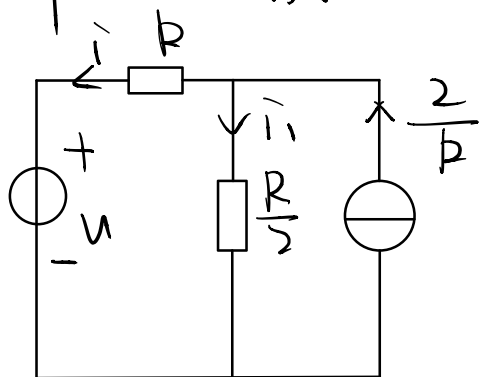


## 作业-4



已知  $u=0.5V$ 、 $i=1A$ ，求  $R$ 、 $u_s$

解：由替代定理，

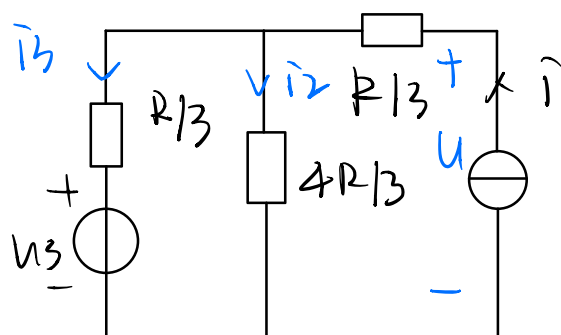


$$\hat{i} + \hat{i}_1 = \frac{2}{R}$$

$$R\hat{i} + u = \frac{R}{2}\hat{i}_1$$

得  $R = \frac{1}{3}\Omega$

由替代定理和三角形星形等效

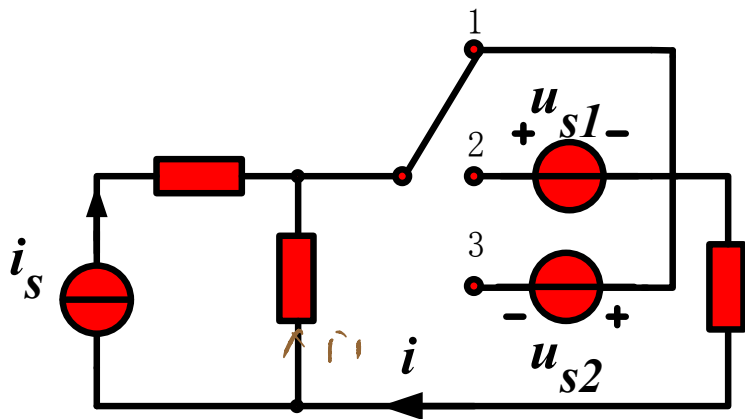


$$\hat{i}_2 + \hat{i}_3 = \hat{i}$$

$$\frac{4R}{3}\hat{i}_2 = \frac{R\hat{i}_3}{3} + u_s = u - \frac{R\hat{i}}{3}$$

得  $u_3 = \frac{3}{8}V$

# 作业-5



图中,  $u_{s1}=10\text{V}$ ,  $u_{s2}=30\text{V}$

开关位于1, 则 $i$ 为1A

开关位于2, 则 $i$ 为-2A

开关位于3时,  $i$ 为多少?

解:

$u_{s1}$  单独作用时,

$$i_1 = -2 - 1 = -3\text{A}$$

$$u_{s2} = -3\text{V}$$

由齐次定理,  $u_{s2}$  单独作用时

$$i_2 = -3i_1 = 9\text{A}$$

由叠加定理  $i = i_2 + i_1 = 10\text{A}$

蔡易駸整理