

电工技术

毕月云



北京吉利大学汽车学院

单元三 复杂电路分析方法

1. 支路电流法
2. 叠加原理
3. 电压源与电流源及其等效变换
4. 戴维宁定理

第六讲

1. 支路电流法
2. 叠加原理

青、取之于蓝，而青于蓝；
冰、水为之，而寒于水。

---- 《劝学篇·荀子》

支路电流法

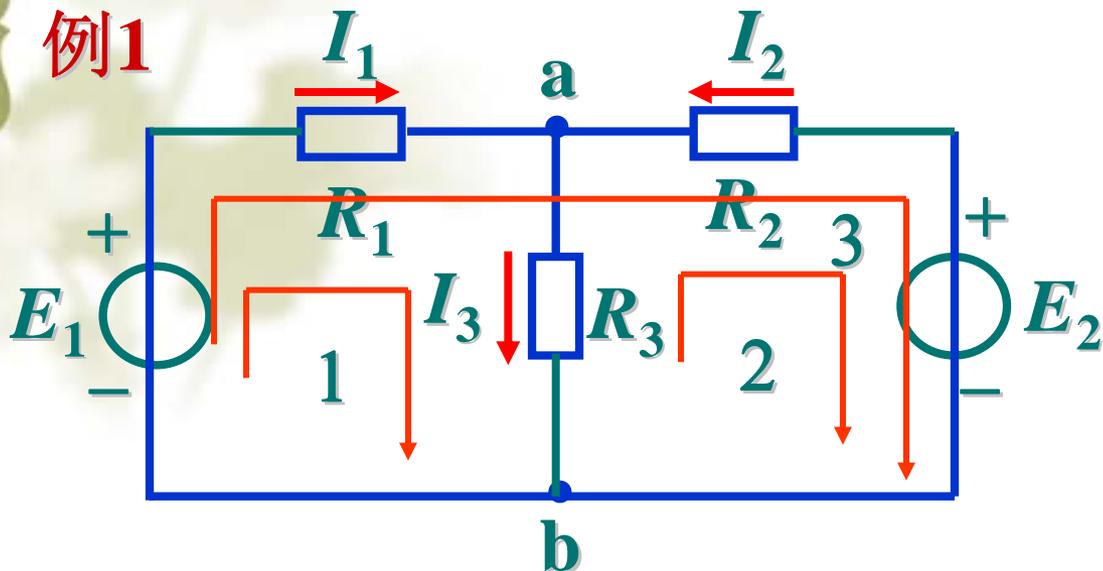
支路电流法是以支路电流为未知量，直接应用**KCL**和**KVL**，分别对节点和回路列出所需的方程式，然后联立求解出各未知电流。

❖ 步骤

1. 标出各支路电流的参考方向，对选定的回路标出回路循行方向。
2. 应用 **KCL** 对结点列出 $(n-1)$ 个独立的结点电流方程。
3. 应用 **KVL** 对回路列出 $b-(n-1)$ 个独立的回路电压方程（通常可取网孔列出）。
4. 联立求解 b 个方程，求出各支路电流。

支路电流法

例1

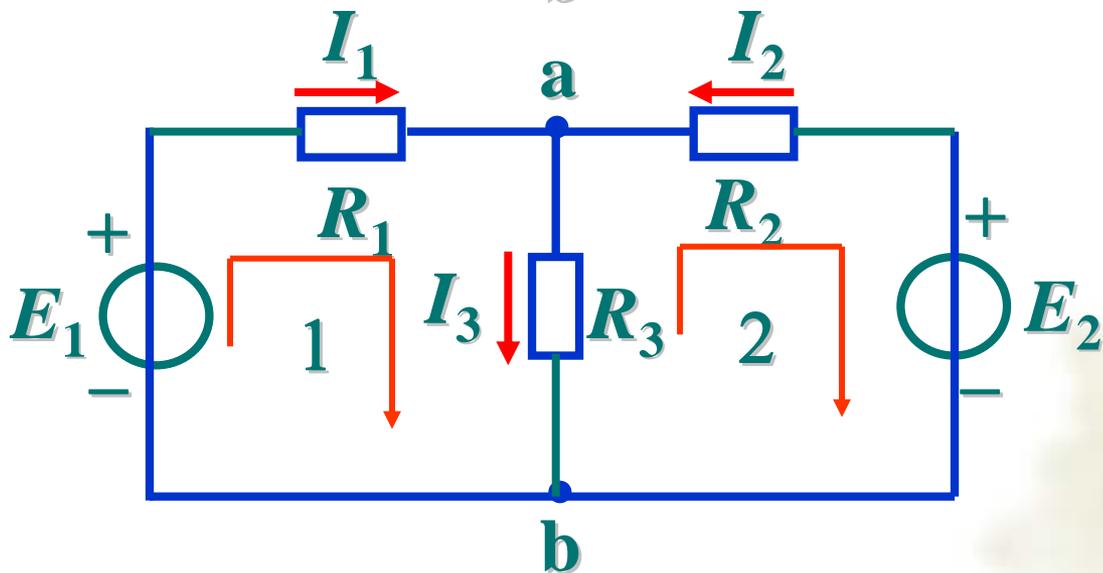


支路数: $b = ?$

结点数: $n = ?$

回路数 = ?

网孔 = ?



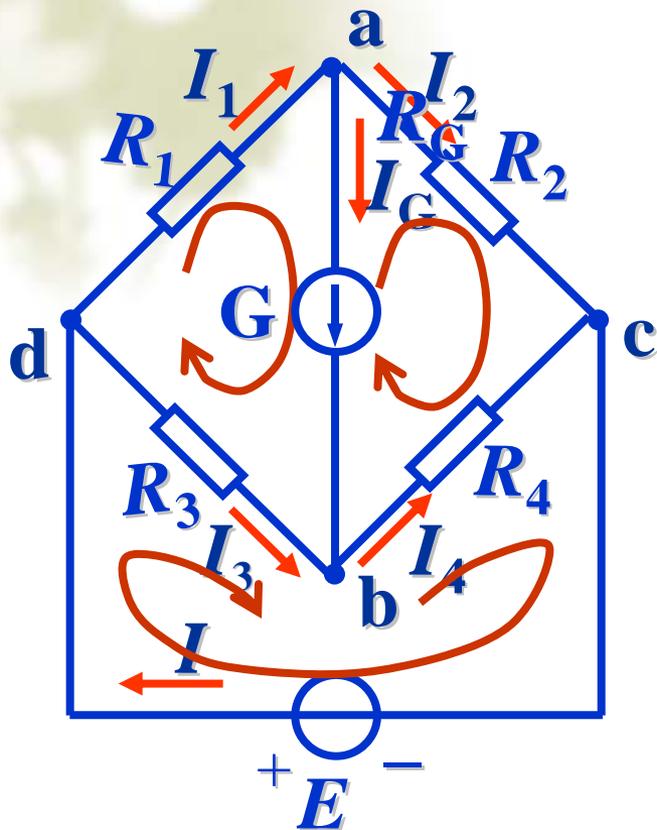
对结点 **a**:

对网孔**1**:

对网孔**2**:

支路电流法

例2: 试求检流计中的电流 I_G 。



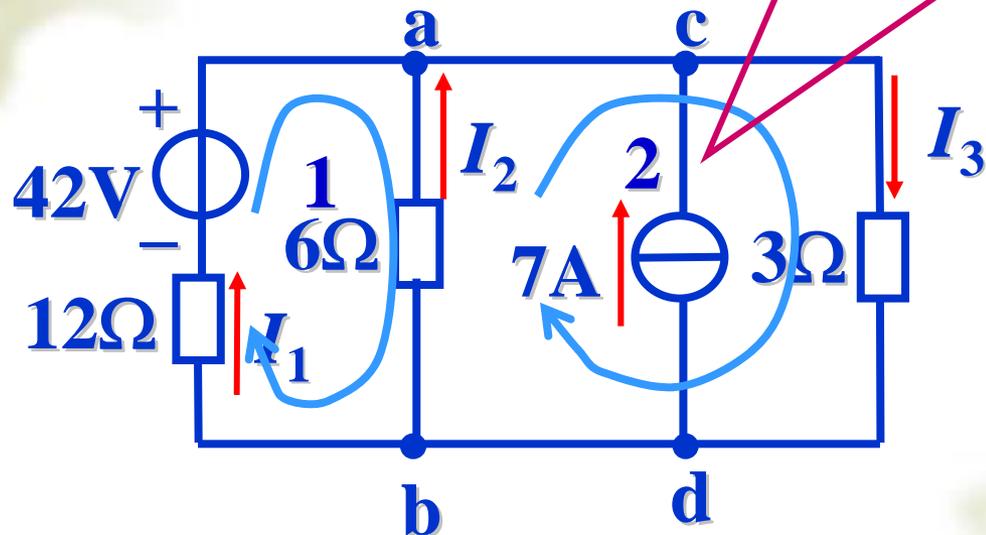
解: 因支路数 $b=6$, 所以要列6个方程。

- (1) 应用KCL列 $(n-1)$ 个结点电流方程
- (2) 应用KVL选网孔列回路电压方程
- (3) 联立解出 I_G

支路电流法是电路分析中最基本的方法之一，但当支路数较多时，所需方程的个数较多，求解不方便。

支路电流法

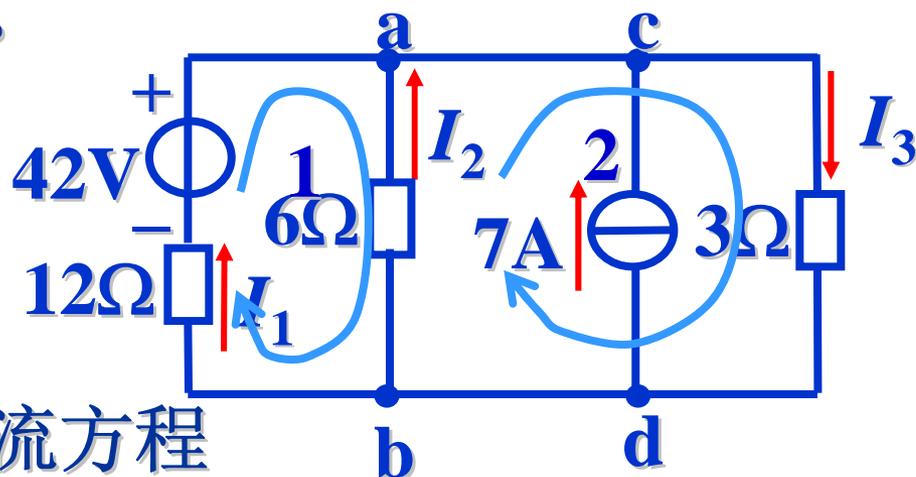
例3: 试求各支路电流。



支路数 $b = 4$ ，但恒流源支路的电流已知，
则未知电流只有3个，能否只列3个方程？

支路电流法

例3: 试求各支路电流。



(1) 应用KCL列结点电流方程

对结点 **a**: $I_1 + I_2 - I_3 = -7$

(2) 应用KVL列回路电压方程

对回路**1**: $12I_1 - 6I_2 = 42$

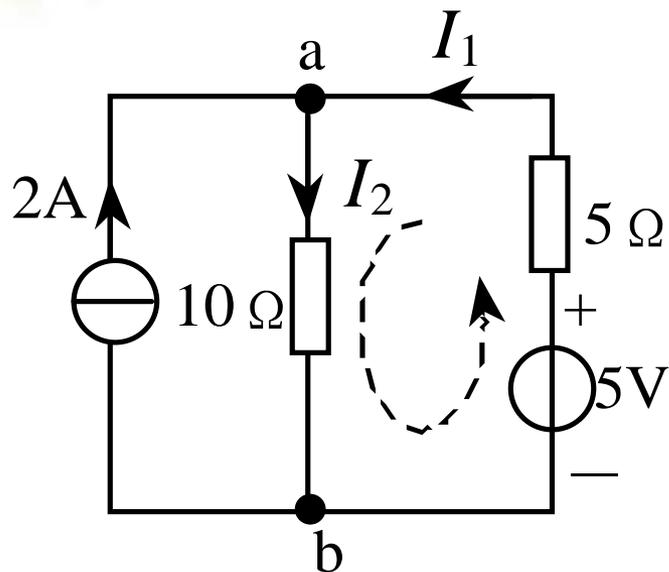
对回路**2**: $6I_2 + 3I_3 = 0$

(3) 联立解得: $I_1 = 2A$, $I_2 = -3A$, $I_3 = 6A$

练习与思考

1. 如图所示电路，用支路电流法求各支路电流及各元件功率。

解得： $I_1 = -1\text{A}$ ， $I_2 = 1\text{A}$ ， $I_1 < 0$ 说明？



5 Ω 电阻： $P_1 = 5\text{W}$

10 Ω 电阻： $P_2 = 10\text{W}$

5V 电压源： $P_3 = 5\text{W}$

2A 电流源： $P_4 = -20\text{W}$

2A 电流源发出20W功率，其余3个元件总共吸收的功率也是20W，可见电路功率平衡。

1. 叠加原理概念

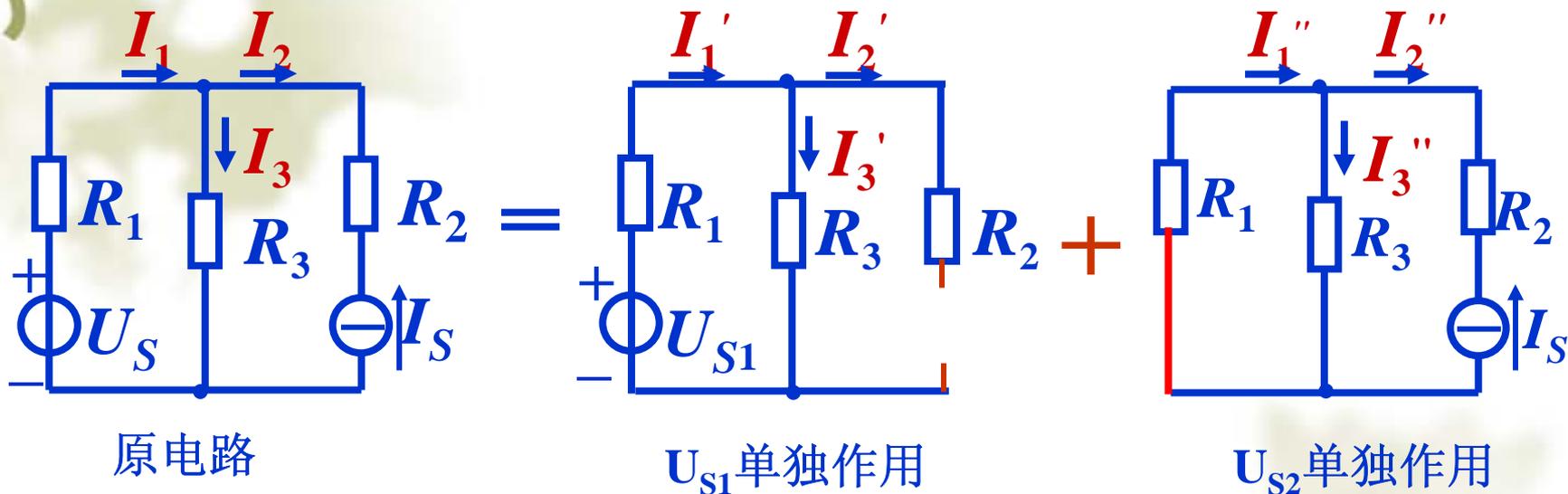
在多个电源同时作用的线性电路中，任何支路的电流或任意两点间的电压，都是各个电源单独作用时所得结果的代数和。

说明：当某一电源单独作用时，其他电源置零。

$$U_S = 0 \rightarrow \text{短路} \quad I_S = 0 \rightarrow \text{开路}$$

叠加定理

2. 方法和步骤



$$I_1 = I_1' + I_1''$$

$$I_2 = I_2' + I_2''$$

$$I_3 = I_3' + I_3''$$

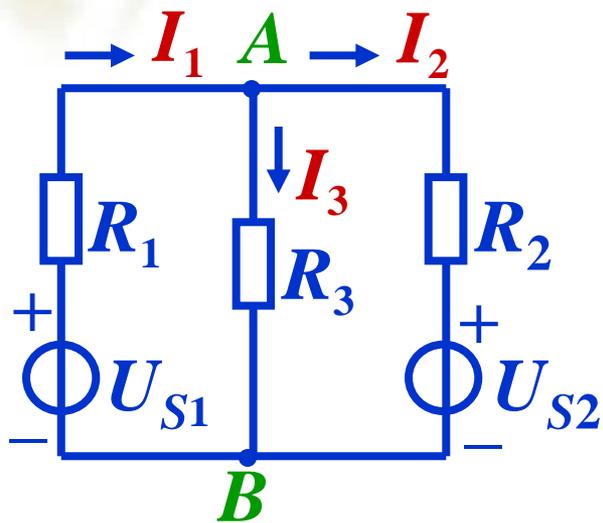
※ “恒压源不起作用”或“令其等于0”，即是将此恒压源去掉，代之以导线连接。

※ “恒流源不起作用”或“令其等于0”，即是将此恒流源去掉，使电路开路。

叠加定理

例1 用叠加原理求 I_2 。

已知： $U_1=12\text{V}$ ， $U_2=7.2\text{V}$ ， $R_1=2\Omega$ ， $R_2=6\Omega$ ， $R_3=3\Omega$ 。



解：根据叠加原理， $I_2 = I_2' + I_2''$

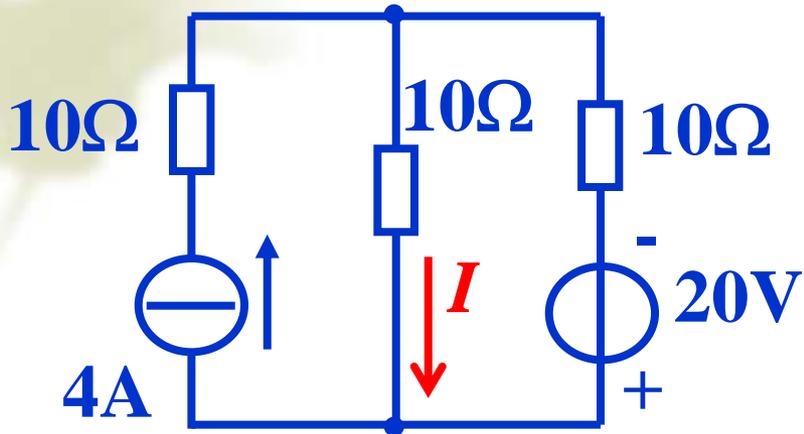
$$I_2' = 1\text{A}$$

$$I_2'' = -1\text{A}$$

$$I_2 = I_2' + I_2'' = 0\text{A}$$

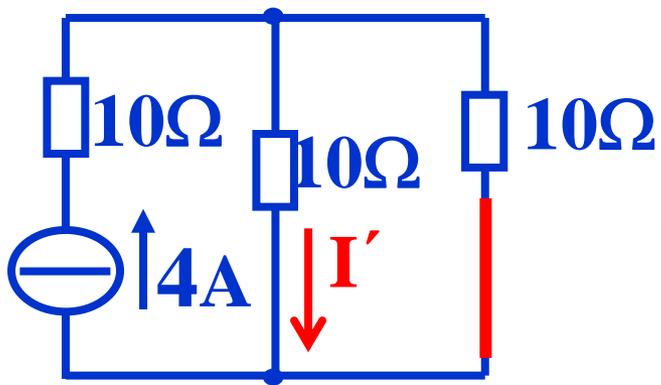
叠加定理

例2 用迭加原理求 $I = ?$

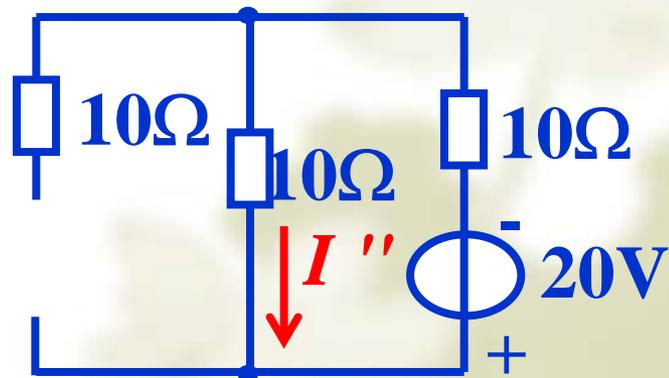


$$I = I' + I'' = 1A$$

解：根据叠加原理



$$I' = 2A$$

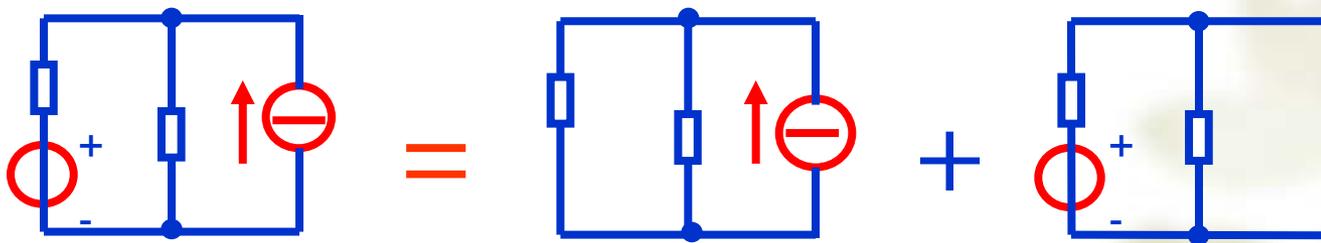


$$I'' = -1A$$

叠加定理

3. 应用叠加定理要注意的问题

- 1) 叠加定理只适用于线性电路（电路参数不随电压、电流的变化而改变）。
- 2) 叠加时只将电源分别考虑，电路的结构和参数不变。暂时不予考虑的恒压源应予以短路，即令 $U=0$ ；暂时不予考虑的恒流源应予以开路，即令 $I_s=0$ 。

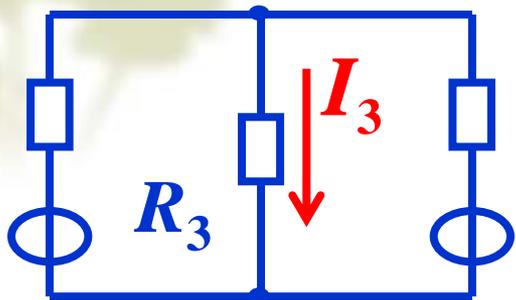


- 3) 解题时要标明各支路电流、电压的正方向。原电路中各电压、电流的最后结果是各分电压、分电流的代数和。

叠加定理

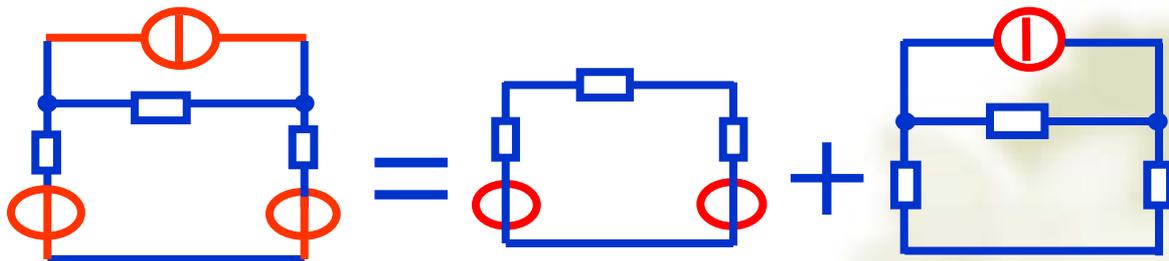
3. 应用叠加定理要注意的问题

4) 迭加原理只能用于电压或电流的计算，不能用来求功率，即功率不能叠加。如： $I_3 = I_3' + I_3''$



$$\begin{aligned} \text{则: } P_3 &= I_3^2 R_3 = (I_3' + I_3'')^2 R_3 \\ &\neq (I_3')^2 R_3 + (I_3'')^2 R_3 \end{aligned}$$

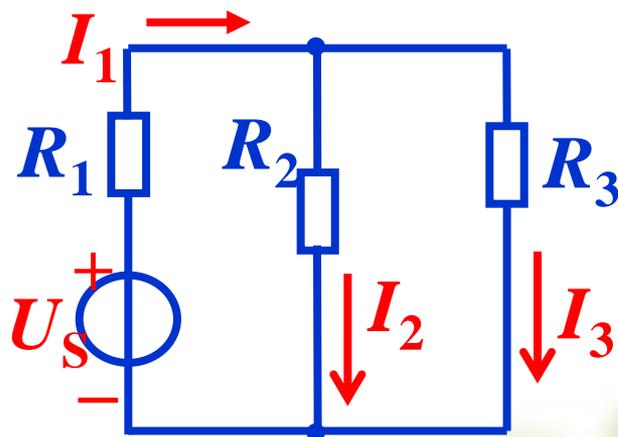
5) 运用迭加定理时也可以把电源分组求解，每个分电路的电源个数可能不止一个。



练习与思考

问题

只有一个电源作用的线性电路中(如图), 若 U_S 增加 n 倍, 各电流或电压也会增加 n 倍吗?



本讲要点

1. 支路电流法使用步骤
2. 叠加原理使用步骤和注意事项

欣赏!

