



## ● 线性网络的一般分析方法

### ➤ 线性电路

除独立电源外，均为线性元件。

### ➤ 一般分析法

适用于任何线性网络的具有普遍性和系统化的分析方法。

### ➤ 特点

不改变电路结构；

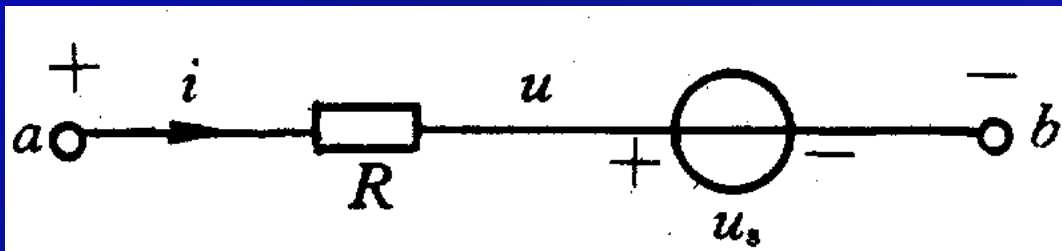
运用  $VCR$ 、 $KCL$ 、 $KVL$  列方程。





## ● 支路分析法

➤方法：以支路电流为未知量列方程

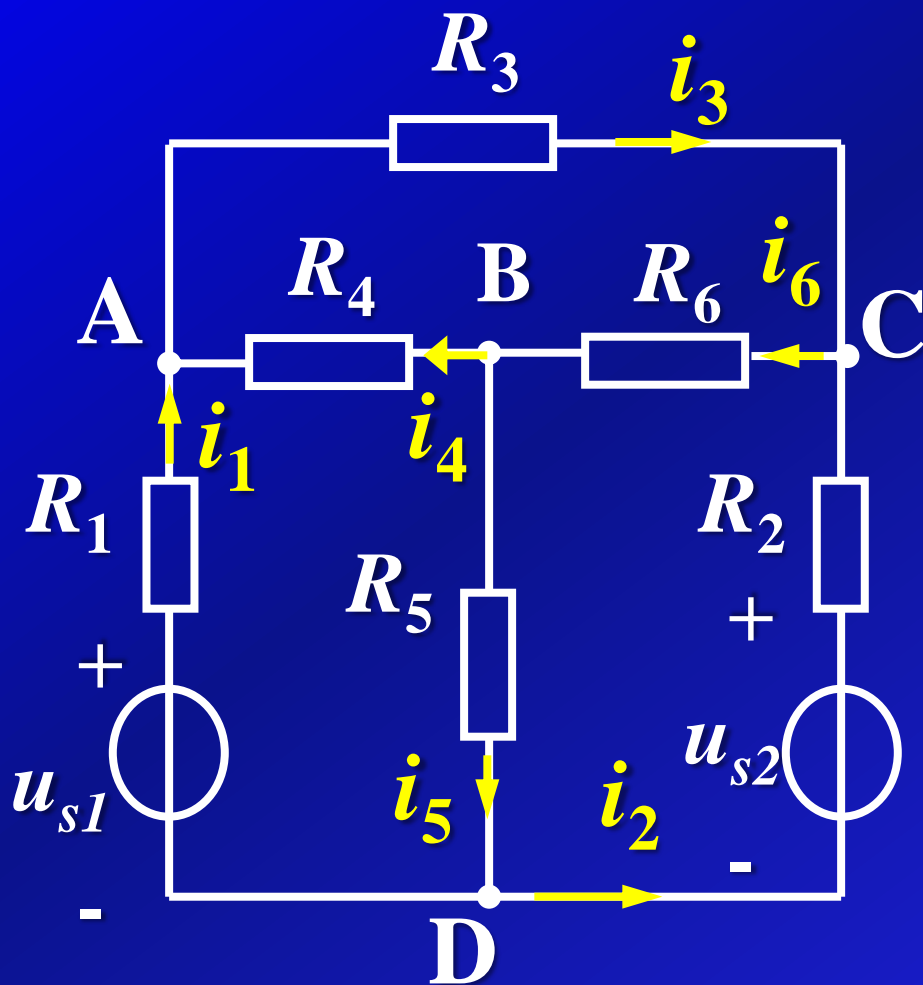


➤依据：已知支路电流可得支路电压。

➤关键：列出与支路数相等的独立方程组。



## ● 列写方程组



✓支路?

✓节点?

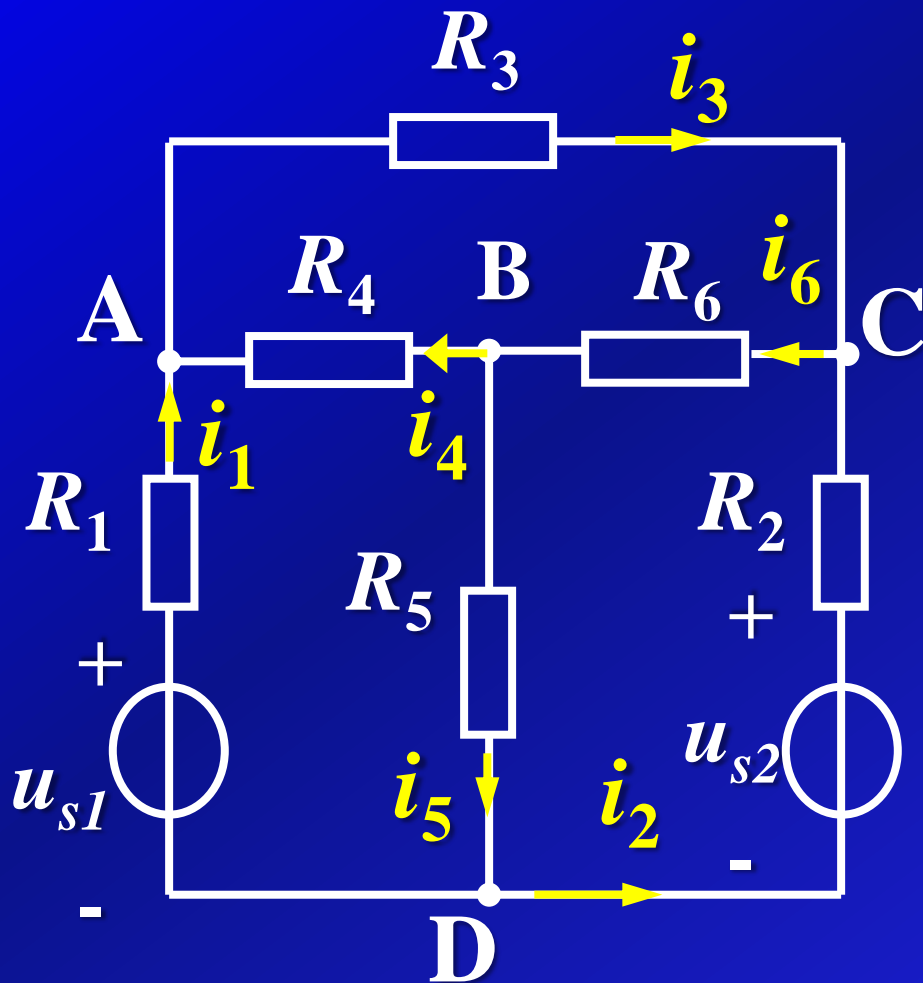
✓回路?

①设 6个支路电流  
变量;





## ②列KCL方程:



$$A: -i_1 + i_3 - i_4 = 0$$

$$B: i_4 + i_5 - i_6 = 0$$

$$C: -i_2 - i_3 + i_6 = 0$$

$$D: i_1 + i_2 - i_5 = 0$$

✓ 独立方程数?



### ③列KVL方程

#### 1) 网孔ABDA

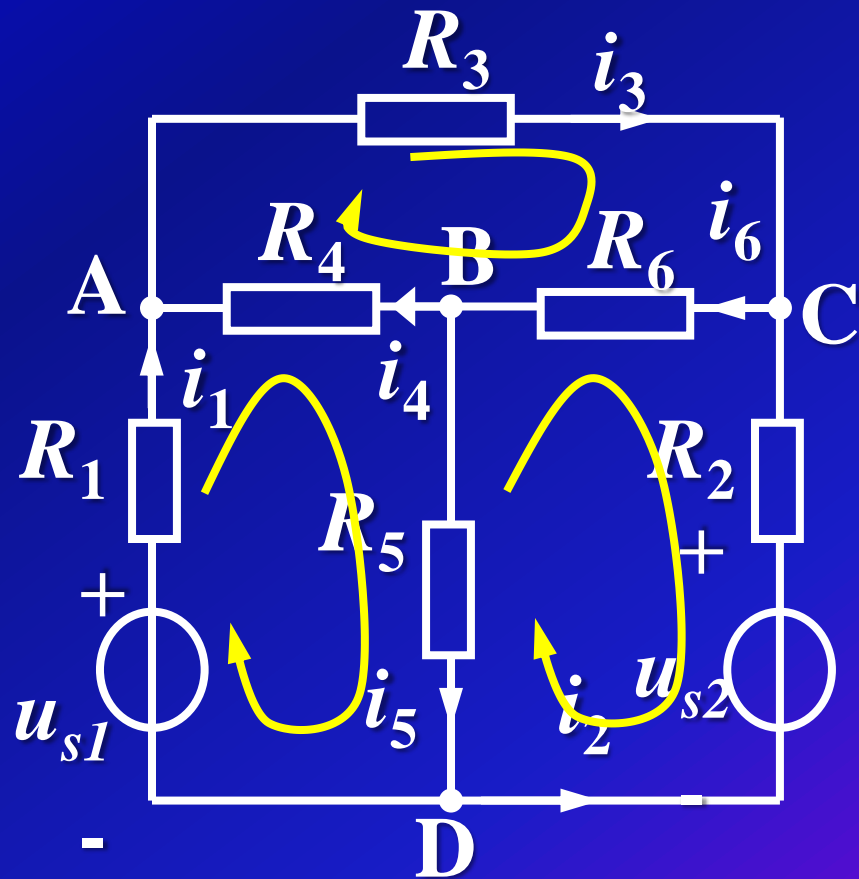
$$-R_4 i_4 + R_5 i_5 - u_{s1} + R_1 i_1 = 0 \quad (1)$$

#### 2) 网孔BCDB

$$-R_6 i_6 - R_2 i_2 + u_{s2} - R_5 i_5 = 0 \quad (2)$$

#### 3) 网孔ACBA

$$R_3 i_3 + R_6 i_6 + R_4 i_4 = 0 \quad (3)$$





4) 回路 $ABCD$ A:

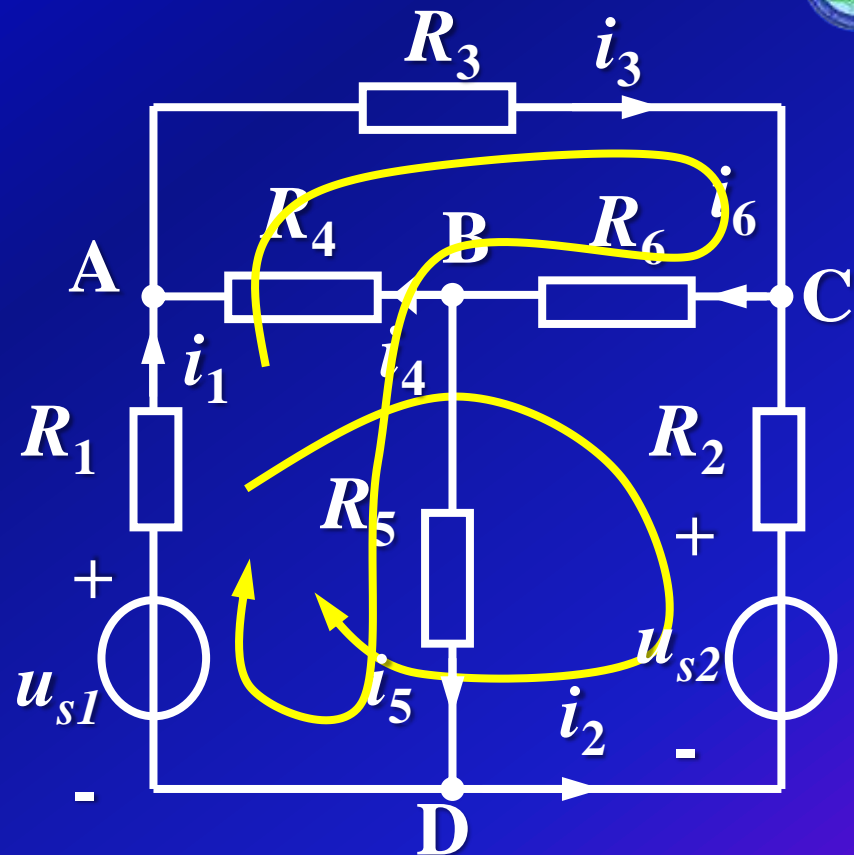
$$-R_4 i_4 - R_6 i_6 - R_2 i_2 + u_{s2} - u_{s1} + R_1 i_1 = 0$$

(1) + (2)

5) 回路 $ACBDA$ :

$$R_3 i_3 + R_6 i_6 + R_5 i_5 - u_{s1} + R_1 i_1 = 0$$

(1) + (3)





6) 回路  $ACDBA$ :

$$R_3 i_3 - R_2 i_2 + u_{s2}$$

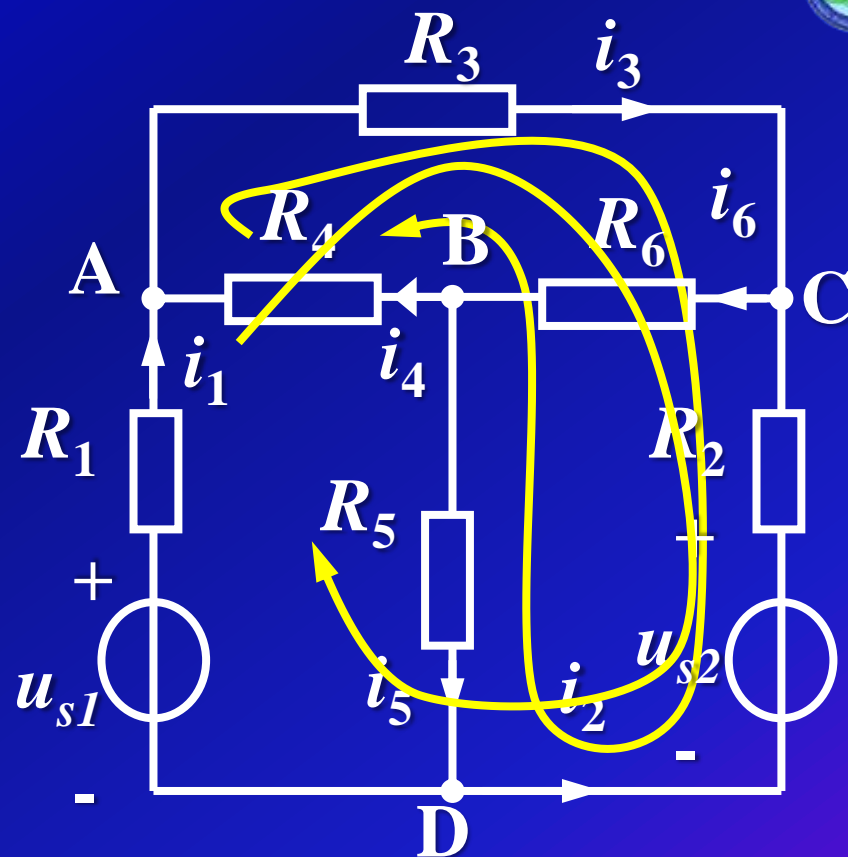
$$-R_5 i_5 + R_4 i_4 = 0$$

(2) + (3)

7) 回路  $ACDA$ :

$$R_3 i_3 - R_2 i_2 + u_{s2} - u_{s1} + R_1 i_1 = 0$$

(1) + (2) + (3)







## ● 总结

- a) 6条支路， 可设6个未知变量；
- b) 4个节点， 只有3个独立节点，  
可列3个独立KCL方程；
- a) 7个回路， 只有3个独立回路，  
可列3个独立KVL方程。







## ● 推广结论

- $b$  条支路，设  $b$  个支路电流变量；
- $n$  个节点，只有  $(n-1)$  个独立节点，  
列  $(n-1)$  个独立  $KCL$  方程；
- 剩下的  $b-(n-1)$  个独立方程由  $KVL$  列出。





## ● 数学依据

➤由KVL能列写且仅能列写的独立方程数为  $b-(n-1)$  个。

➤对平面电路，如果它有  $n$  个节点、 $b$  条支路，也可以证明它的网孔数恰为  $b-(n-1)$  个。

✓如何选择独立节点和独立回路？





## ● 列写独立方程组

### ➤ 独立节点的选取

任选一个为参考节点，其余即为独立节点。

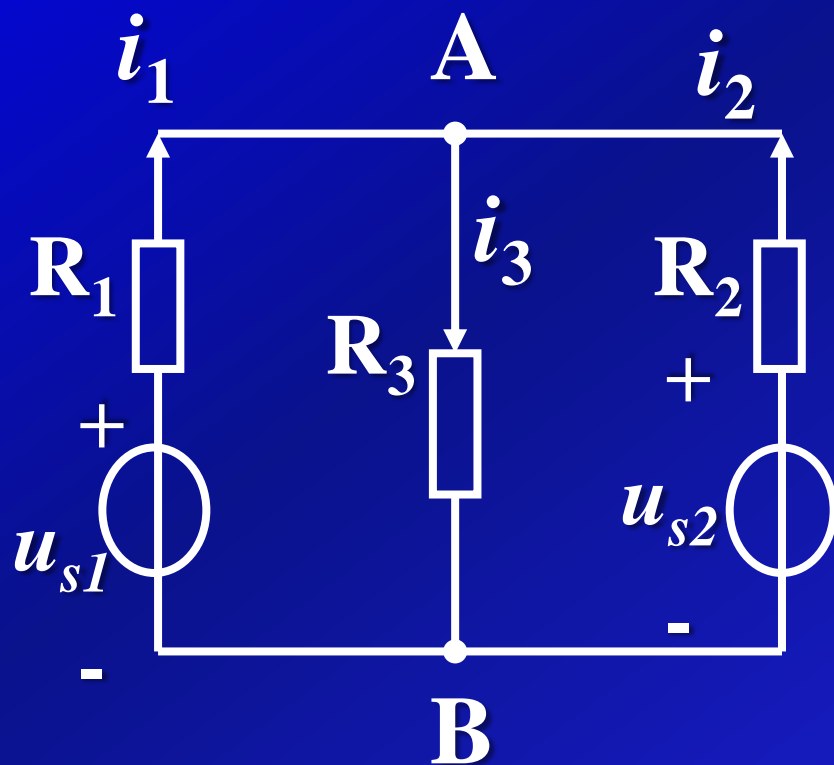
### ➤ 独立回路的选取

每选一个新回路，应含一条特有的新支路。

最简单：选网孔为独立回路



**例1 (P58例3-1)**  $u_{s1} = 30\text{V}$ ,  $u_{s2} = 20\text{V}$ ,  
 $R_1 = 18\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 4\Omega$ , 求各支路电流  
 及  $u_{AB}$



**方法一:**

可用戴维南—诺顿等效转换先求出  $u_{AB}$ ;

再由端口的VCR求出各支路电流;



## 方法二：支路电流法 $n=2, b=3$

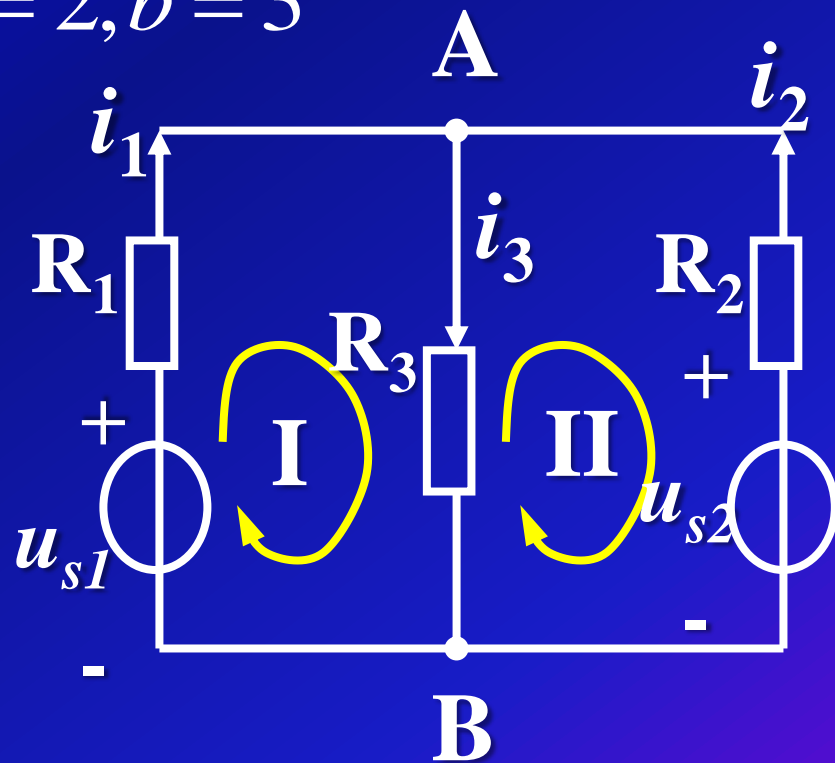
①设支路电流 $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$   
及回路参考方向;

②列方程:

$$KCL \quad i_1 + i_2 - i_3 = 0$$

$$KVL \quad R_1 i_1 + R_3 i_3 - u_{s1} = 0$$

$$-R_2 i_2 - R_3 i_3 + u_{s2} = 0$$





$$\textcircled{3}\text{解方程} \begin{cases} i_1 + i_2 - i_3 = 0 \\ 18i_1 + 4i_3 = 30 \\ 4i_2 + 4i_3 = 20 \end{cases}$$

应用克莱姆法则：

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 18 & 0 & 4 \\ 0 & 4 & 4 \end{vmatrix} = -160 \quad D_1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 30 & 0 & 4 \\ 20 & 4 & 4 \end{vmatrix} = -160$$

$$i_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{-160}{-160} = 1A$$





$$\begin{cases} i_1 + i_2 - i_3 = 0 \\ 18i_1 + 4i_3 = 30 \\ 4i_2 + 4i_3 = 20 \end{cases}$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 18 & 30 & 4 \\ 0 & 20 & 4 \end{vmatrix} = -320 \quad i_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{-320}{-160} = 2A$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 18 & 0 & 30 \\ 0 & 4 & 20 \end{vmatrix} = -480 \quad i_3 = \frac{D_3}{D} = \frac{-480}{-160} = 3A$$

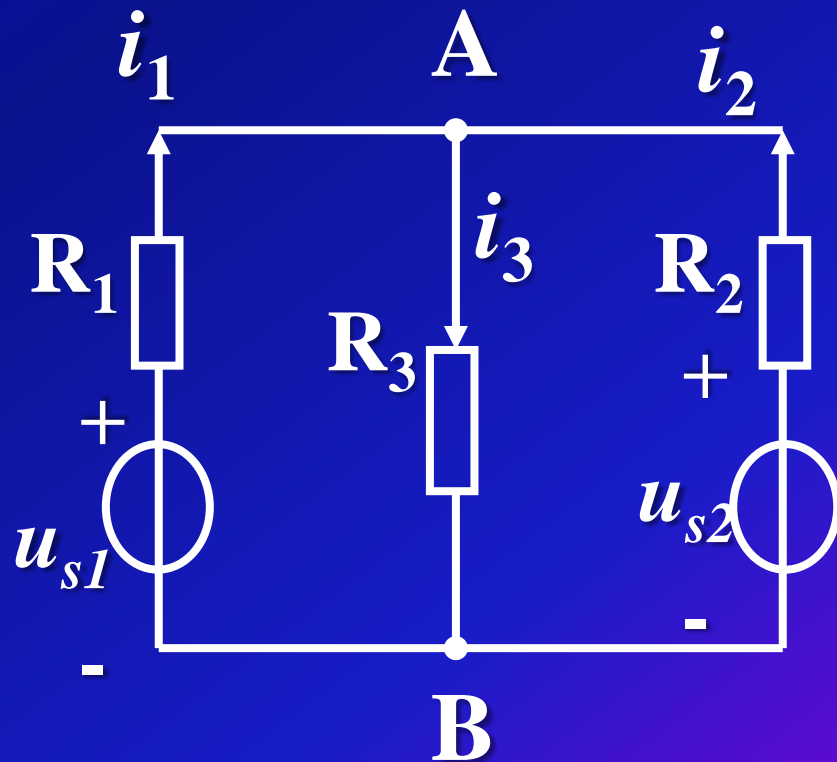






## ④用支路电流求其它响应:

$$u_{AB} = R_3 i_3 = 12V$$





## ● 总结

- ✓支路电流分析法一般步骤
- ✓优点
- ✓缺点
- ✓如何改进?





## ● 线性代数结论

➤ 一组最少变量应满足：

① 独立性——彼此不能相互表示；

② 完备性——其他量都可用它们表示。

➤  $n$ 个节点， $b$ 条支路的网络，只需：

$l=b-(n-1)$ 个电流变量； 或  $(n-1)$ 个电压变量。

