



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

直流电路

电源等效

主讲：薛强

# 本节内容



在线开放课程

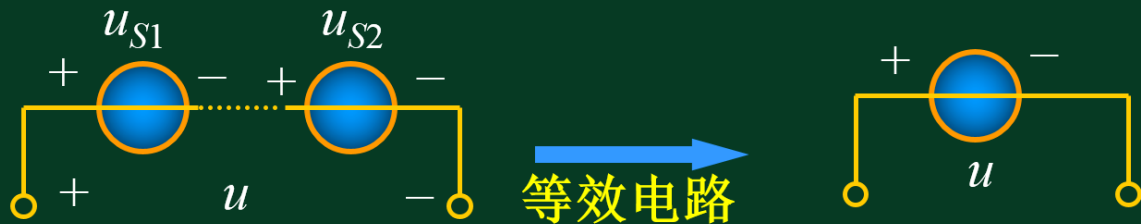
- 理想电压源的串联和并联
- 理想电流源的串联和并联
- 实际电压源和电流源的等效变换
- 应用举例

# 一. 理想电压源的串联和并联

注意参考方向

① 串联

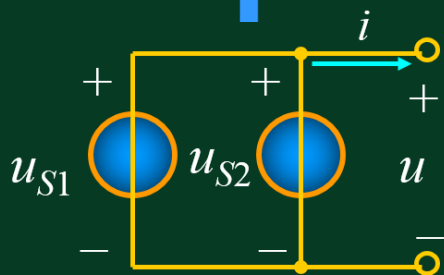
$$u = u_{s1} + u_{s2} = \sum u_{sk}$$




② 并联

$$u = u_{s1} = u_{s2}$$

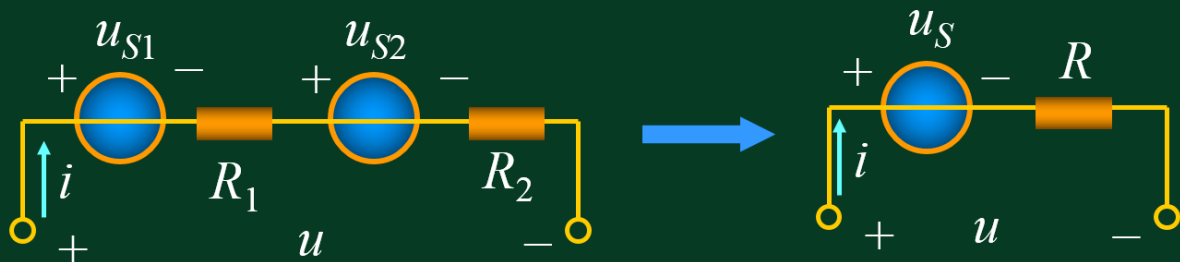
等效电路



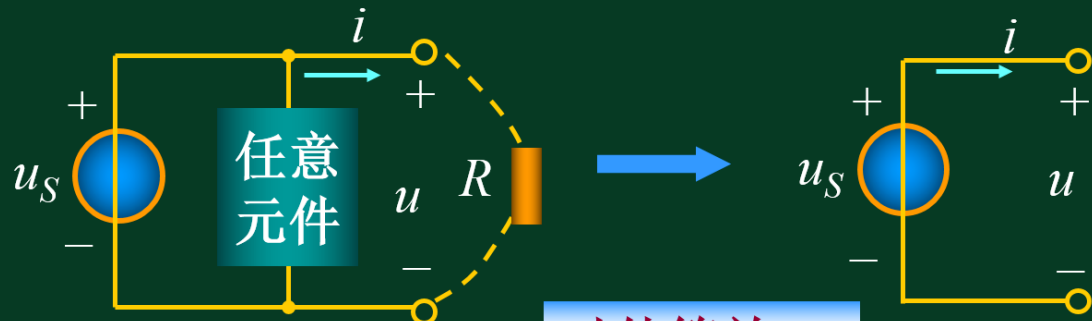
 **注意** 相同电压源才能并联, 电源中的电流不确定。

# 一. 理想电压源的串联和并联

## ③ 电压源与支路的串、并联等效



$$u = u_{s1} + R_1 i + u_{s2} + R_2 i = (u_{S1} + u_{S2}) + (R_1 + R_2) i = u_S + Ri$$



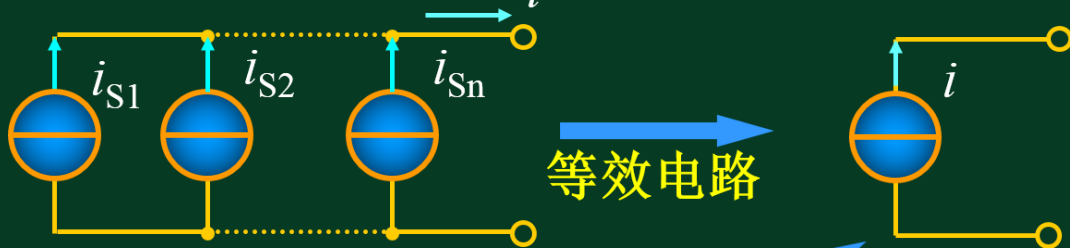
**对外等效!**

## 二. 理想电流源的串联和并联

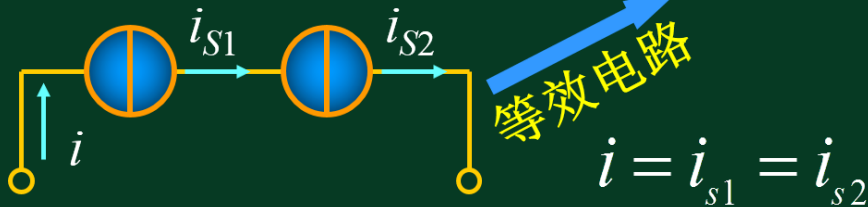
### ① 并联

注意参考方向

$$i = i_{s1} + i_{s2} + \dots + i_{sn} = \sum i_{sk}$$



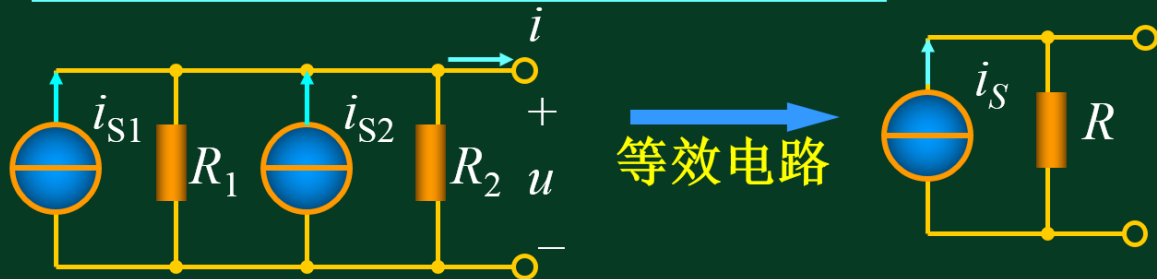
### ② 串联



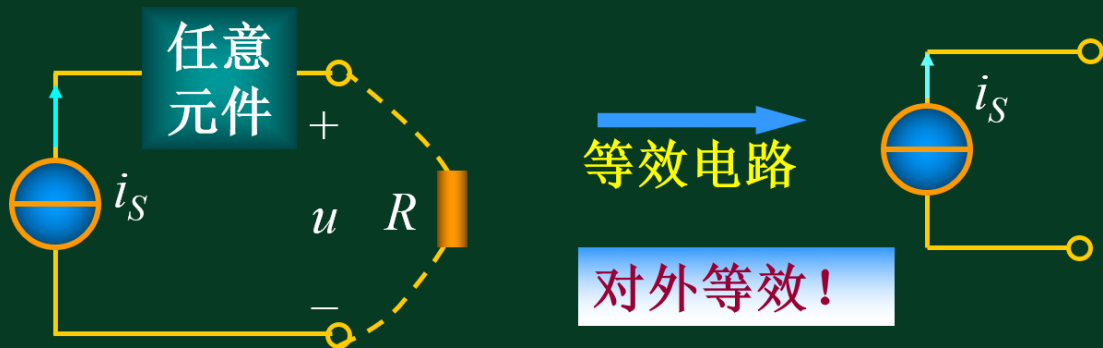
**注意** 相同的理想电流源才能串联，每个电流源的端电压不能确定。

## 二. 理想电流源的串联和并联

### 3. 电流源与支路的串、并联等效



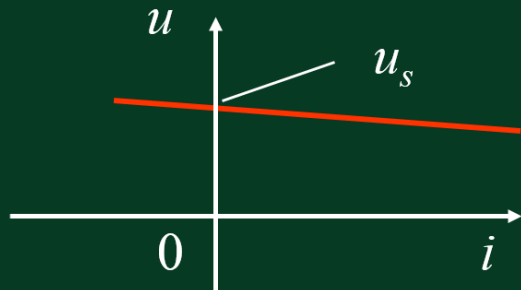
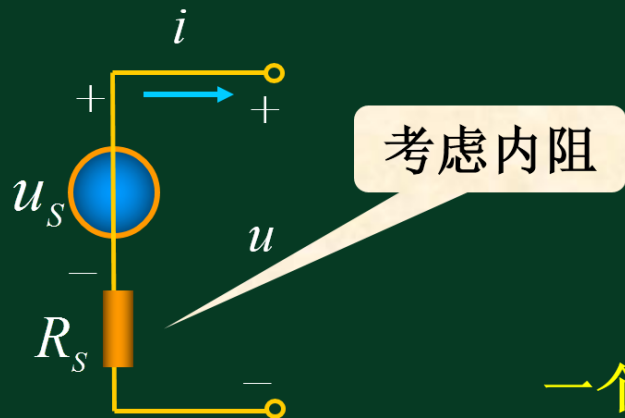
$$i = i_{s1} - u/R_1 + i_{s2} - u/R_2 = i_{s1} + i_{s2} - (1/R_1 + 1/R_2)u = i_s - u/R$$



# 三. 实际电源的两种模型及等效变换

## 1. 实际电压源

伏安特性:  $u = u_s - R_s i$



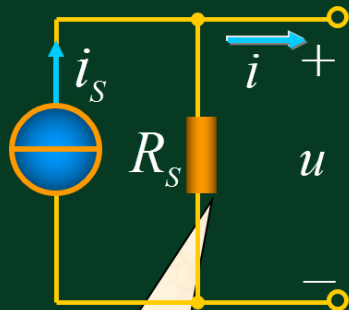
一个好的电压源要求  $R_s \rightarrow 0$



**注意** 实际电压源也不允许短路。因其内阻小，若短路，电流很大，可能烧毁电源。

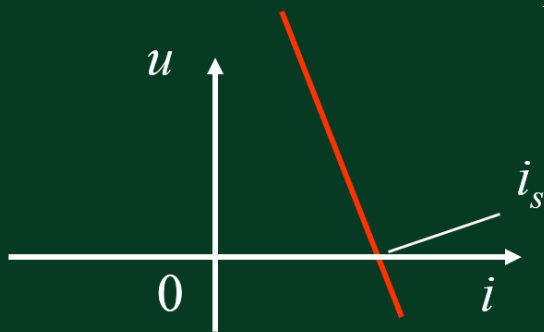
# 三. 实际电源的两种模型及等效变换

## 2. 实际电流源



考虑内阻

伏安特性:  $i = i_s - \frac{u}{R_s}$



一个好的电流源要求  $R_s \rightarrow \infty$

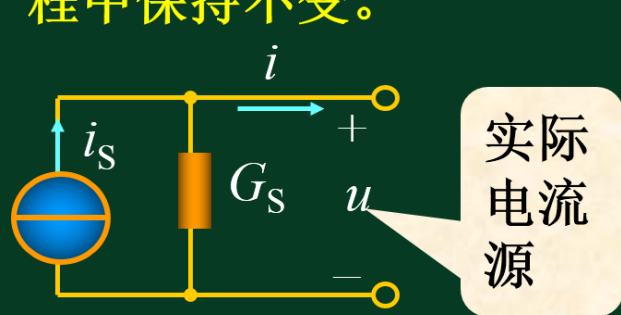


**注意** 实际电流源也不允许开路。因其内阻大，若开路，电压很高，可能烧毁电源。

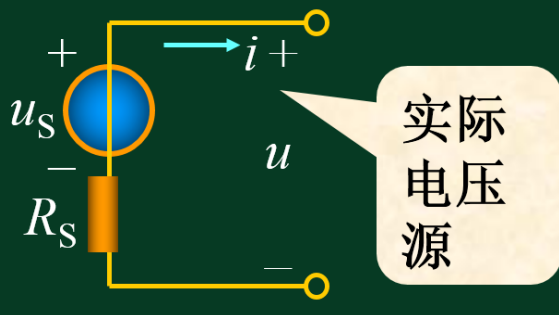


# 三. 实际电源的两种模型及等效变换

实际电压源、实际电流源两种模型可以进行等效变换，所谓的等效是指端口的电压、电流在转换过程中保持不变。



端口特性  $i = i_s - G_S u$



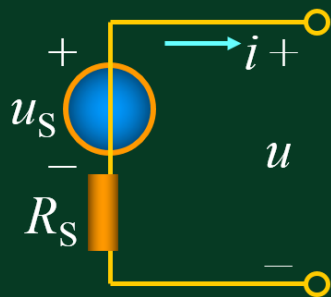
$$u = u_s - R_S i$$
$$i = u_s / R_S - u / R_S$$

$$i_s = u_s / R_S$$
$$G_S = 1 / R_S$$

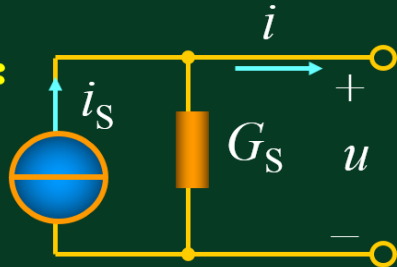
比较可得等效条件

# 三. 实际电源的两种模型及等效变换

 **小结** 电压源变换为电流源:

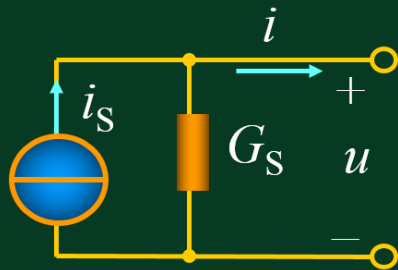


转换

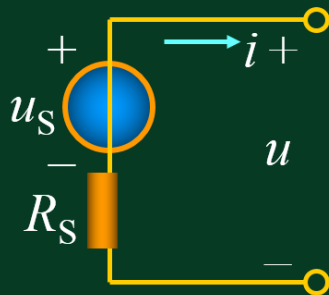


$$i_s = u_s / R_s, \quad G_s = 1 / R_s$$

电流源变换为电压源:



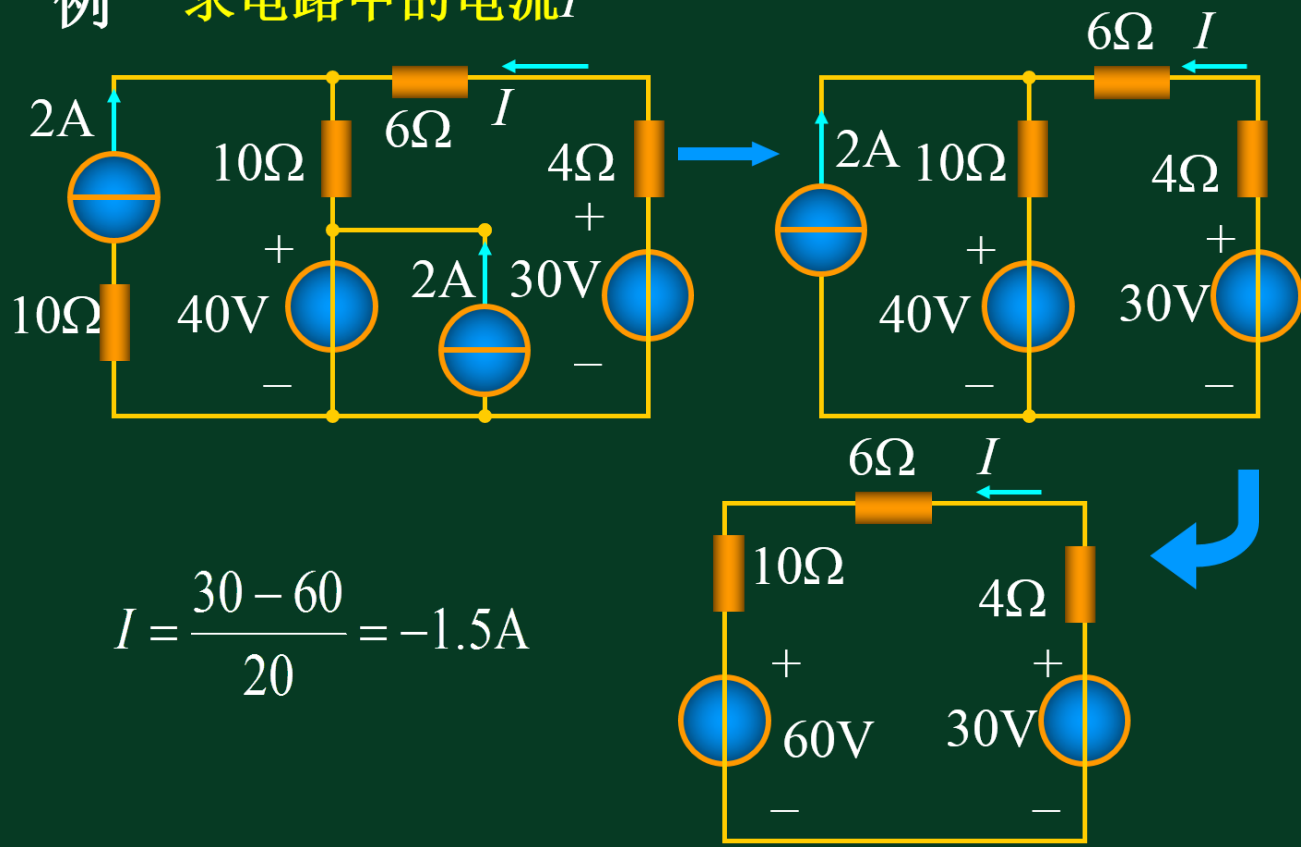
转换



$$u_s = i_s / G_s, \quad R_s = 1 / G_s$$

# 四. 应用举例

例 求电路中的电流  $I$



$$I = \frac{30 - 60}{20} = -1.5\text{A}$$

# 小结



在线开放课程

- 理想电压源的串联和并联
- 理想电流源的串联和并联
- 实际电压源和电流源的等效变换