

# SJTU 电路理论期中讲座讲义

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

辅导员：蒋沐晗

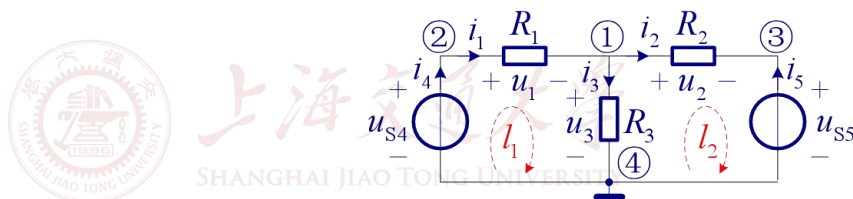
知识点范围：节点法，回路法，电路定理

## 一、电路分析方法

### 1、核心：支路分析法

利用 KCL-KVL-VCR 方法

例 1：已知  $R_1 = R_2 = 1\Omega, R_3 = 2\Omega, u_{s4} = 8V, u_{s5} = 7V$ ，试用支路电流法求解各支路中电流与电压。



仅限上海交通大学电路理论学科营使用

### 2、回路分析法（网孔法）

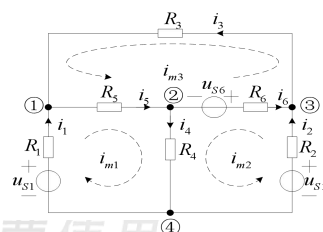
列写要求：方向，方程，电源，方程组

本质：KVL+补充方程

补充方程可以由电流源等 VCR 方程导出的，对网孔方程不足的补充。

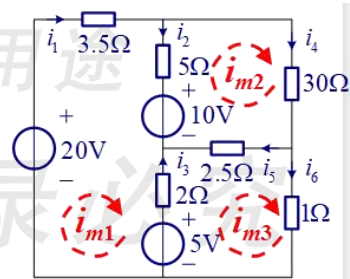
可以使用视察法列写（我比较懒[doge]，我还是喜欢用 KVL 列写思路）

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_4 + R_5 & R_4 & R_5 \\ R_4 & R_2 + R_4 + R_6 & -R_6 \\ R_5 & -R_6 & R_3 + R_5 + R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{m1} \\ i_{m2} \\ i_{m3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{s1} \\ u_{s2} - u_{s6} \\ u_{s6} \end{bmatrix}$$



仅限上海交通大学电路理论学科营使用

例 2：求图示电路支路电流  $i_5$

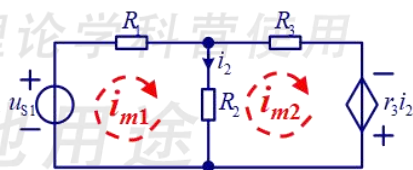


上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

例 3：列出图示电路网孔方程

（含受控源情形）



例 4：试求图示电路支路电流  $i$ 。

（无伴电流源情形）可以尝试多种方法



### 3、节点分析法（节点法）

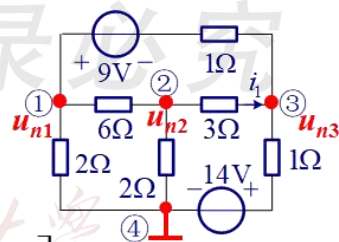
列写要求：接地点，方程，电源，方程组

本质要求：KCL+补充方程

补充方程由电压源的 VCR 方程构成，对节点方程数不足的补充。

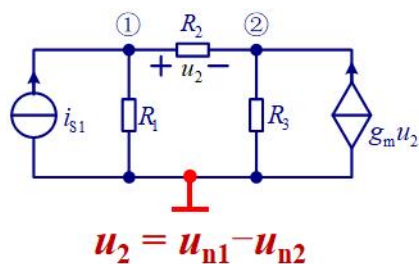
同样可写视察法。

例 5：节点分析法确定图示电路中  $i_1$ 。



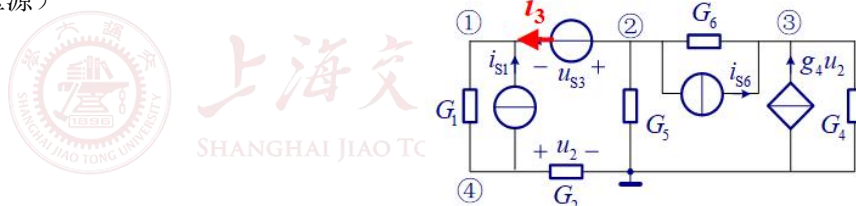
例 6: 列出图示电路节点方程

(含受控源)



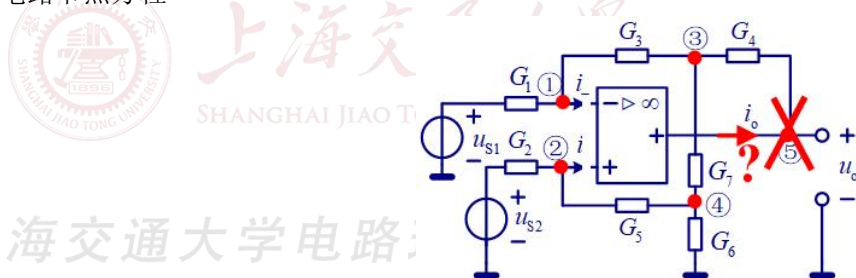
例 7: 列出图示电路节点方程

(含无伴电压源)



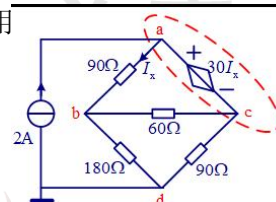
例 9: 列出图示电路节点方程

(含运放)



例 10: 试求节点  $U_{na}, U_{nb}, U_{nc}, I_X$  的电压 (含无伴电压源, 试着用

广义节点法做做)



## 二、电路定理

### 1、叠加定理与齐次性定理（线性性）

核心：

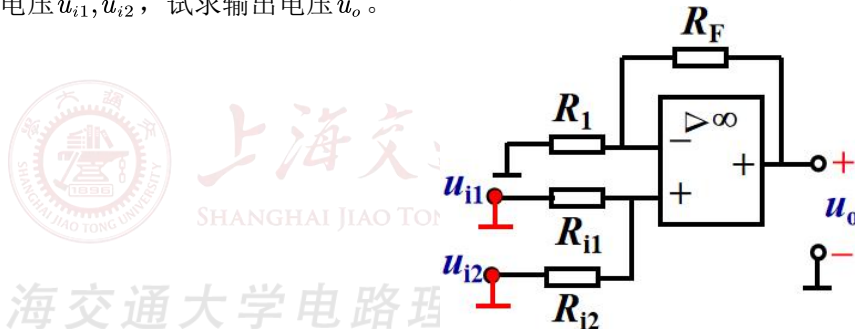
线性电路的电流、电压可叠加；注意功率！

如何置零？受控源不能作为独立源！

线性应用注意参考方向

应用时可将电源分组求解；

例 1：已知输入电压  $u_{i1}, u_{i2}$ ，试求输出电压  $u_o$ 。



例 2：（网络响应—网络函数）图示  $N_0$  为无源线性电阻性网络，当  $u_1 = 2V, u_2 = 3V$  时，

$i_x = 20A$ ；当  $u_1 = -2V, u_2 = 1V$  时， $i_x = 0A$ 。若将  $N_0$  变为含有独立源网络后，在

$u_1 = u_2 = 0V$  时， $i_x = -10A$ 。求网络变换后  $u_1 = u_2 = 5V$  时的  $i_x$ 。



例 3: 图示电路,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4, E = 12V$  时,  $U_{ab} = 10V$ 。若将理想电压源置零, 则此时  $U_{ab}$  将多大。

(电源成组处理方法)



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

## 2、置换定理

对于有唯一解电路 N, 总可以用电源代替一个支路, 这一个支路的性质任意 (可以非线性, 可以时变)

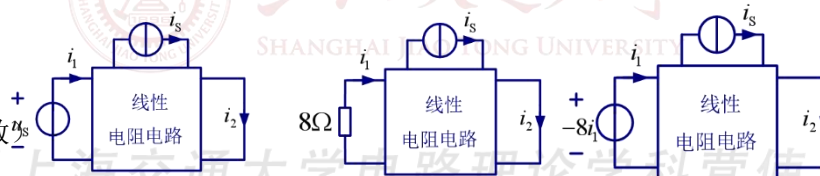
置换后再用电路求解方法计算

例 4: 已知  $u_s = 10V, i_s = 4A$  时,  $i_1 = 4A, i_2 = 2.8A$ ;

$u_s = 0V, i_s = 2A$  时,  $i_1 = -0.5A, i_2 = 0.4A$ 。若将电压源换成  $8\Omega$  电阻, 求  $i_s = 10A$  时

的  $i_1, i_2$ 。

(网络函数)



仅限上海交通大学电路理论学科营使用

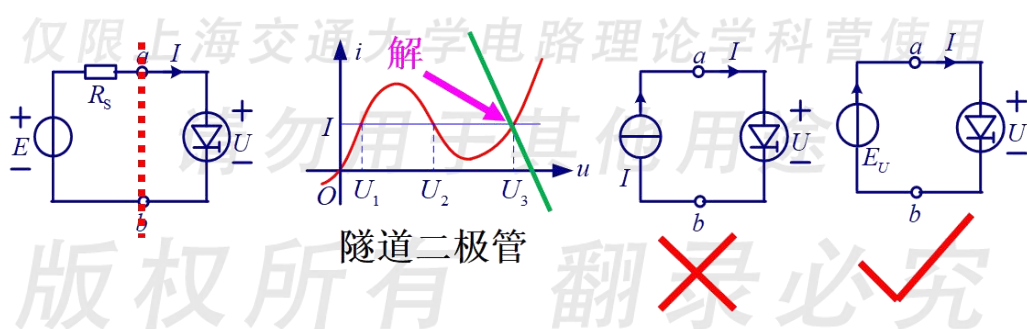
请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

补充：非唯一解情况（考试一般遇不到）

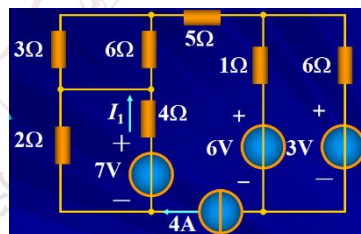


不能置换虚线左边电路，但可以置换隧道二极管

例 5：求电流  $I_1$

（广义节点等效）

注意：要求的部分绝对不能等效，做了等效后只能求解外电路！



### 3、戴维宁定理

任何线性含源电阻电路 N，可以等效为戴维宁电路

a.  $U_{oc}$  的求取：等效变换法；列方程法；假想转化法。

b.  $R_{eq}$  的求取：1. 串并联法（要置零）——不含受控源可用

2. 外加电源法（要置零）——通法

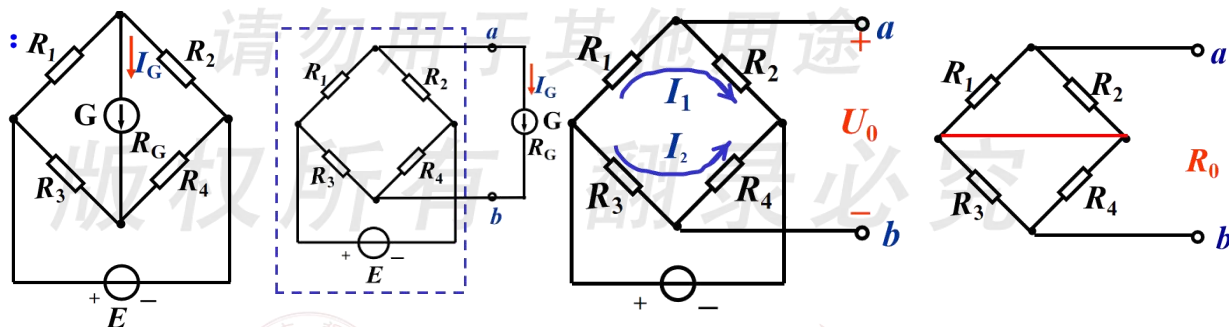
3. 开路电压和短路电流法（不要置零）—— $R_{eq} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$

4. 加接测试电阻法（不要置零）——一般不用



例 6: 已知  $R_1 = 5\Omega, R_2 = 5\Omega, R_3 = 10\Omega, R_4 = 5\Omega, E = 12V, R_G = 10\Omega$ ;

试求检流计中电流  $I_G$ 。(串并联法)



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

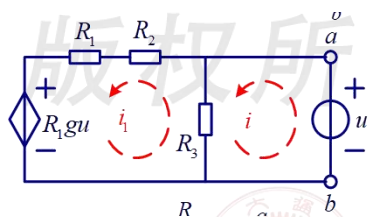
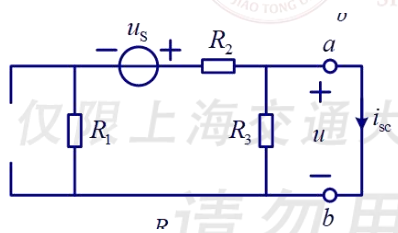
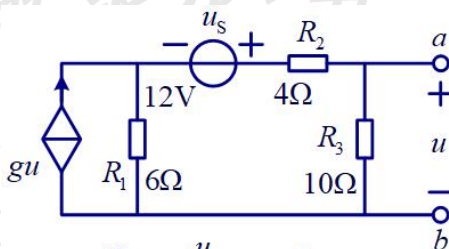
仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究

例 7: 试求  $g = 0.2$  时的戴维宁等效电路

(短路电流法, 外加电压法)



变式: 当  $u_s = 0$



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

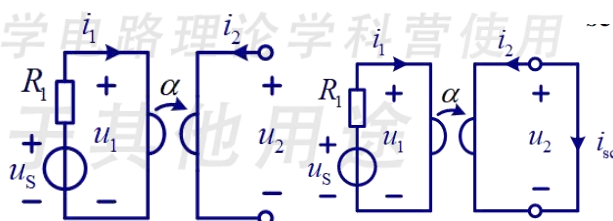
仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究

例 8：试求图示电路的戴维宁等效电路

(含回转器)

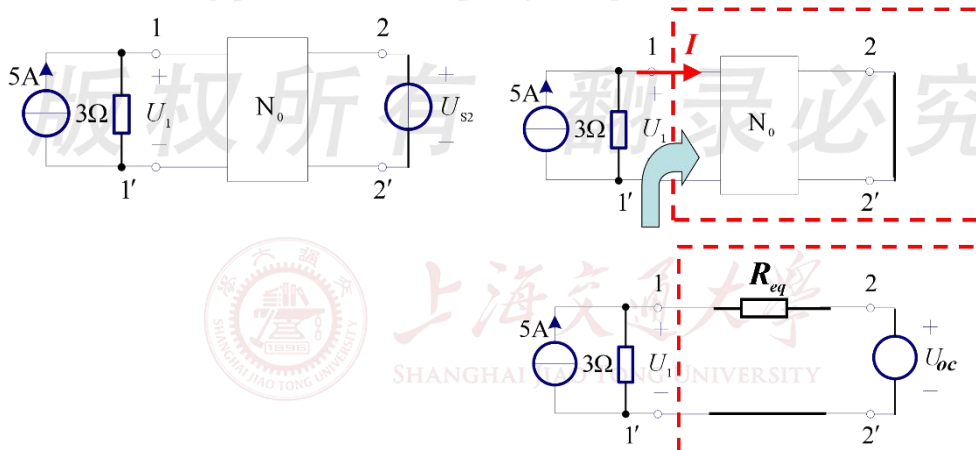


上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

例 9： $N_0$  无源线性电阻网络，当 2—2' 端短路， $U_1 = 10V$ ；当 2—2' 端接  $U_{s2} = 24V$  电压

源时， $U_1 = 16V$ ；求此时 1—1' 向右的戴维宁等效电路。（假想等效法）



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



例 10: 图示线性电路, 当 A 支路中电阻  $R=0$ , 测得 B 支路电压  $U=U_1$ ; 当  $R=\infty, U=U_2$ 。

已知 ab 端口的等效电阻为  $R_A$ , 求 R 为任意值时的电压  $U$ 。(对二端口等效)



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

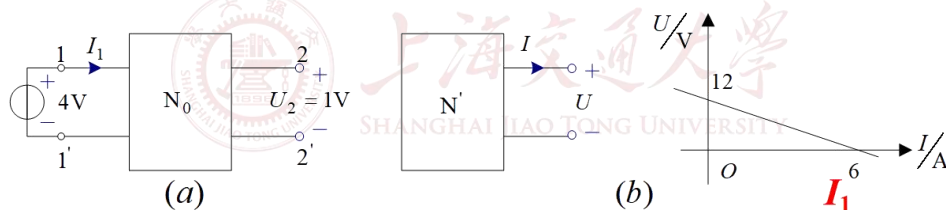
注意: 二端口等效要注意方向, 他的等效只对一边有效, 另一边通常使用网络函数进行转化得来。

请勿用于其他用途

补充例: 如图 a,  $N_0$  为线性电阻网络, 端口 11' 接 4V 电压源时,  $I_1=2A$ , 22' 端口电压

$U_2=1V$ ; 若在 11' 接口改接如图 b 所示的含源线性电阻网络  $N'$ ,  $N'$  的伏安特性如图。

试求端口 22' 的电压。(在二端口上的应用)



仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

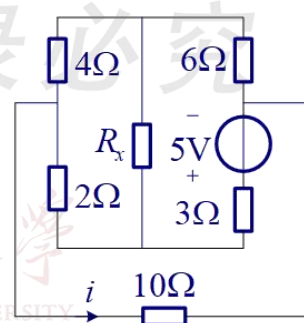
#### 4、互易定理

核心：特勒根定理。

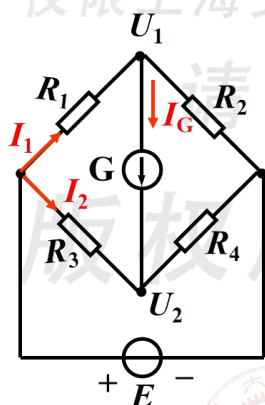
三种形式——U 对 U，I 对 I，I 对 U

适用于平衡电桥网络，对称网络

例 1：试求图中电路的电流  $i$



补充资料：平衡电桥

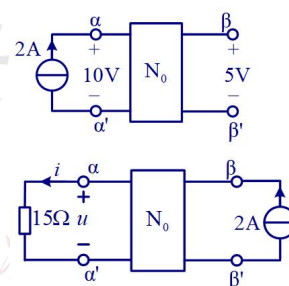


$$\begin{aligned} U_G &= U_1 - U_2 \\ &= I_1 R_1 - I_2 R_3 \\ &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} E - \frac{R_3}{R_3 + R_4} E \\ &= \frac{R_1(R_3 + R_4) - R_3(R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E \\ &= \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E \\ &= 0 \end{aligned}$$

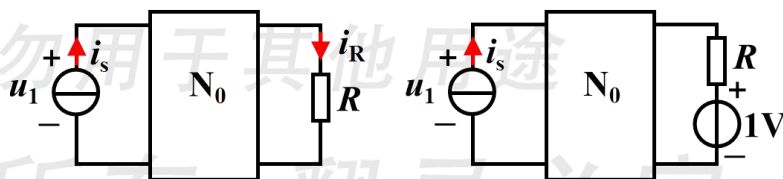
电桥平衡条件： $R_1 R_4 = R_2 R_3$

例 2：一线性无源电阻电路  $N_0$ ，引出两对端钮测量。当输入 2A 电流时，输入端电压为 10V，输出端电压为 5V；若把电流源接在输出端，同时在输入端跨接一个 15Ω 的电阻，

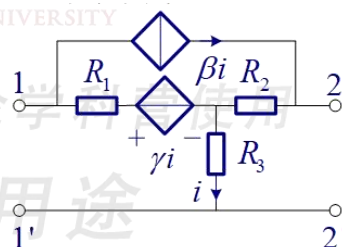
求流过 15Ω 电阻的电流。（可以戴维宁，可以互易）



例 3: 图中  $N_0$  为线性不含源电阻网络, 已知  $i_s=2A$  时,  $u_1=1V$ ,  $i_R=2A$ 。若在电阻中串联一个  $1V$  电压源, 如右图, 求电流源两端电压。



例 4: 已知  $R_1=R_2=R_3=1\Omega$ , 问  $\beta$  与  $\gamma$  取何种关系时此电路为互易电路 (概念辨析)



仅限上海交通大学电路理论学科营使用  
请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究