

## 附录 A 含有受控源电路的分析

受控源的大小和方向都受控。控制量如果变化，被控制量也随着变化。对于含有受控源电路的分析，也是基于基尔霍夫定律和元件的 VCR。各种电路分析方法一样适用，只是在叠加定理中，受控源不能单独作用，否则电路中没有激励，也不会产生响应。

### A.1 含有受控源的一端口的等效电阻

不含受控源的电阻电路，如图 A.1.1 所示，可以通过电阻的串并联或 Y- $\Delta$  变换，得到等效电阻  $R_{\text{eq}}$ 。

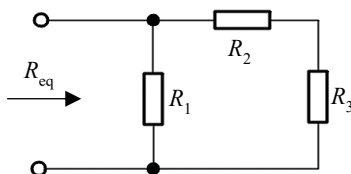


图 A.1.1 不含受控源的电阻电路

$$R_{\text{eq}} = R_1 // (R_2 + R_3)$$

含有受控源的电阻电路的等效电阻等于一端口的输入电阻， $R_{\text{eq}} = R_{\text{in}}$ 。

对于无源一端口  $N_0$ ，如图 A.1.2 所示，端口电压和电流取关联参考方向， $u$  和  $i$  的比值即为输入电阻  $R_{\text{in}}$ 。即

$$R_{\text{in}} = \frac{u}{i}$$

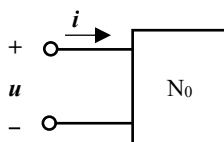


图 A.1.2 无源一端口的输入电阻

端口电压或电流需要外加，一个无源一端口不通电或不接入电路是没

有意义的。

**电压电流法：**含有受控源的无源一端口，如图 A.1.3 所示，采用电压电流法来计算输入电阻。

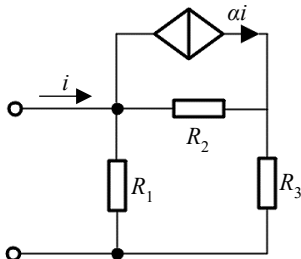
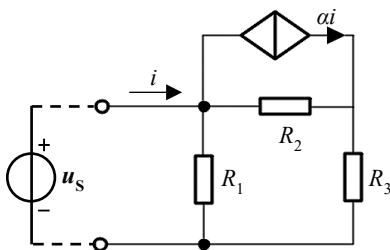


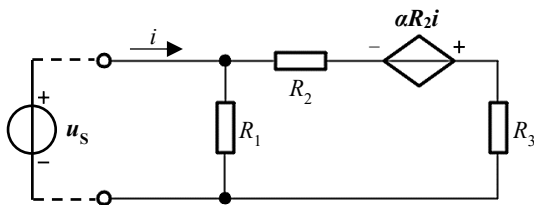
图 A.1.3 含有受控源的一端口

如果激励为电压源，则电流为产生的响应；如果激励是电流源，则电压是产生的响应。习惯上加电压源，称为加压求流法，如图 A.1.4(a)所示。受控电流源和电阻的串联可以等效为受控电压源和电阻的串联，如图 A.1.4(b)。通过基尔霍夫定律、网孔法或结点法等，都可以得出 $u_S$ 和 $i$ 的比值。即得出输入电阻为

$$R_{in} = \frac{u_S}{i} = \frac{R_1 R_3 + (1 - \alpha) R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$



(a)



(b)

图 A.1.4 加压求流法

含有受控源的无源一端口的等效电阻可能为负，说明这个端口向外发

出功率。

## A.2 含有受控源电路的分析

电路分析的各种方法，同样适用于受控源电路。因为受控源不是独立电源，需要补充约束方程，找到控制量和其他电路变量的关系。除了叠加定理，受控源可当作独立源处理。

### (1) 结点电压法

如图 A.2.1 所示这个电路只有 2 个结点（即结点 a、b），以 b 点为参考结点，独立结点的结点电压只有一个，即为  $u_a$ 。受控源看作独立源，可得出结点电压方程。即

$$u_a = \frac{\frac{u_S}{R_4} - \frac{\alpha R_2 i}{R_2 + R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

补充方程

$$u_a = -R_4 i + u_S$$

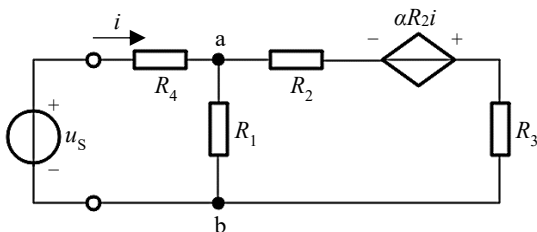


图 A.2.1 应用结点电压法分析受控源电路

### (2) 网孔电流法

如图 A.2.2 所示这个电路有 2 个网孔，假设网孔电流为  $i_{m1}$  和  $i_{m2}$ ，可以看到控制量  $i$  即为网孔电流  $i_{m1}$ 。受控源看作独立源，可得出网孔电流方程。即

$$\begin{aligned} (R_4 + R_1)i_{m1} - R_1 i_{m2} &= u_S \\ -R_1 i_{m1} + (R_1 + R_2 + R_3)i_{m2} &= \alpha R_2 i \end{aligned}$$

补充方程

$$i = i_{m1}$$

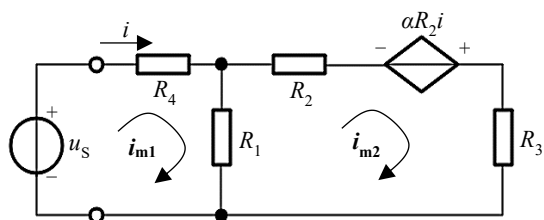


图 A.2.2 应用网孔电流法分析受控源电路