

6.002

电路与
电子学

叠加原理、戴维宁和诺顿定理

复习

电路分析方法

• KVL:

KCL:

VI:

$$\sum_{loop} V_i = 0$$

$$\sum_{node} I_i = 0$$

• 电路组合规则

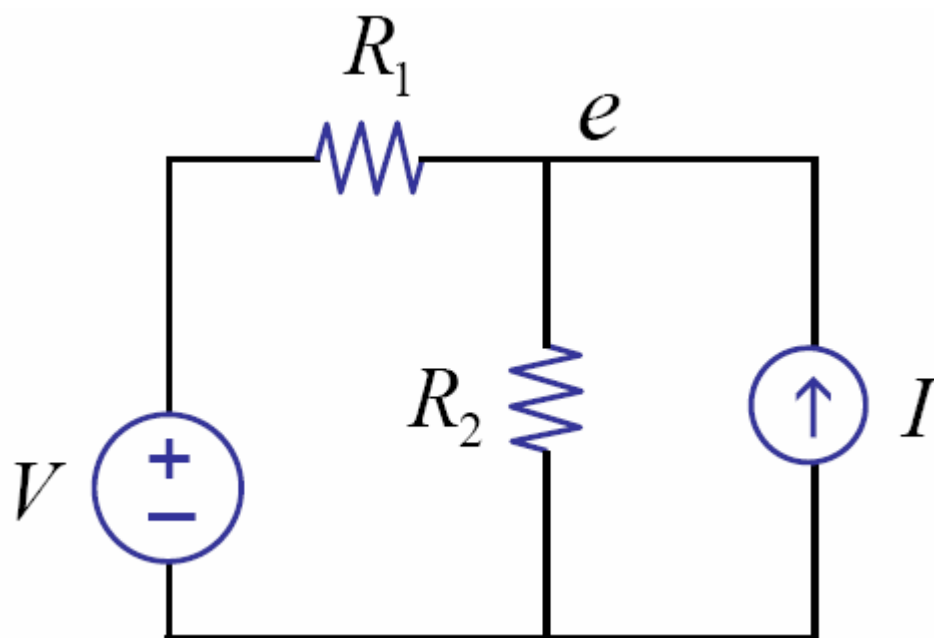
• 节点法 ----- 6.002 的重点

利用对地参考电压在节点处使用基尔霍夫
电流定律(KCL)

(电压定律隐含在 $(e_i - e_j) G$ 中)

线性电路

考虑



写出节点方程：

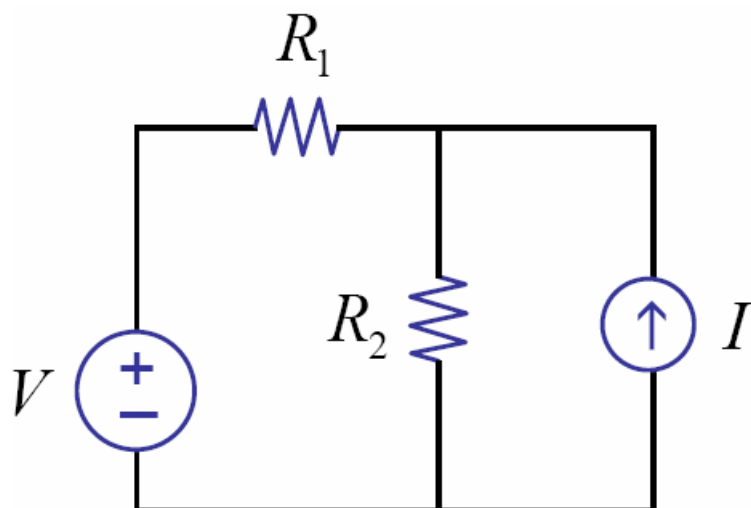
$$\frac{e-V}{R_1} + \frac{e}{R_2} - I = 0$$

注意：其中 e, V, I 满足线性关系

(无 eV, VI 项)

线性电路

考虑



写出节点方程:

$$\frac{e - V}{R_1} + \frac{e}{R_2} - I = 0$$

e, V, I 满足线性关系

整理后得:

$$\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] e = \frac{V}{R_1} + I$$

电导矩阵

节点电压

电源的线性叠加

G

e

$=$

S

线性电路

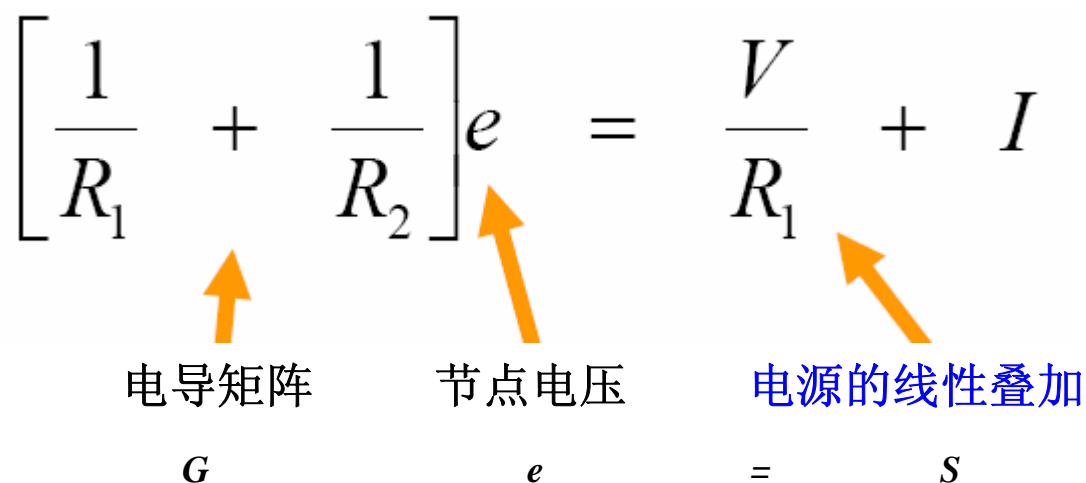
写出节点方程：

$$\frac{e-V}{R_1} + \frac{e}{R_2} - I = 0$$

e, V, I 满足线性关系

整理后得：

$$\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] e = \frac{V}{R_1} + I$$



电导矩阵 节点电压 电源的线性叠加

G e = S

或者

$$e = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

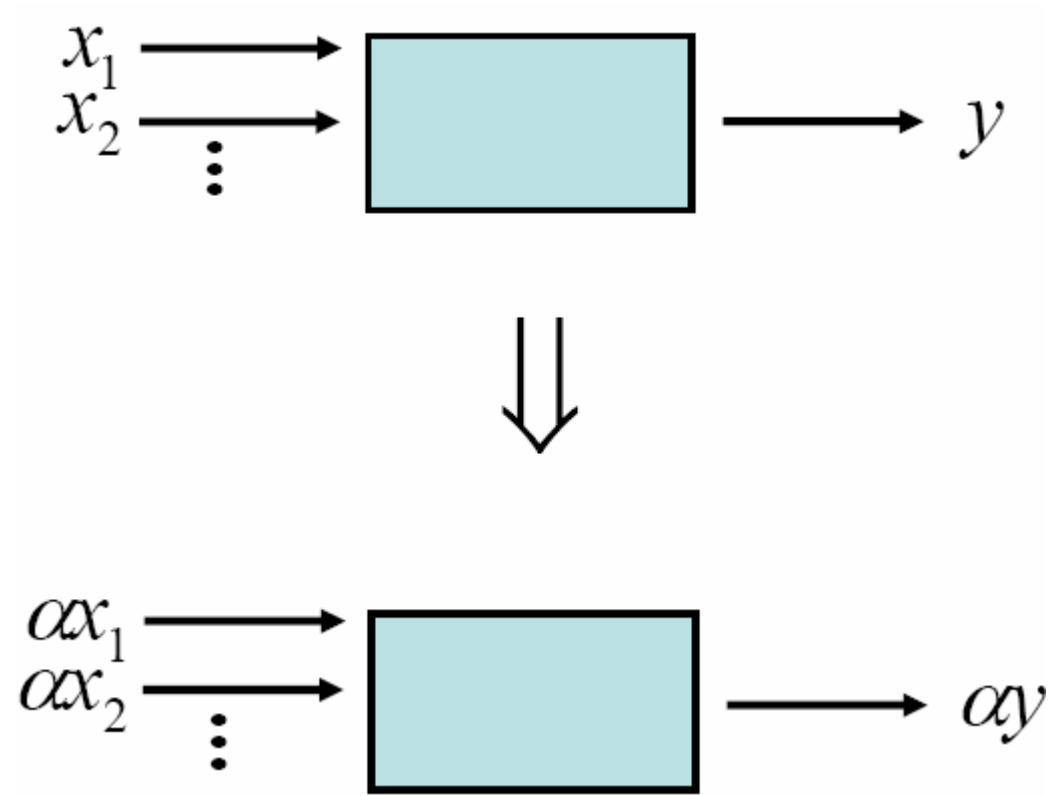
$$e = a_1 V_1 + a_2 V_2 + \dots + b_1 I_1 + b_2 I_2 + \dots$$

线性的

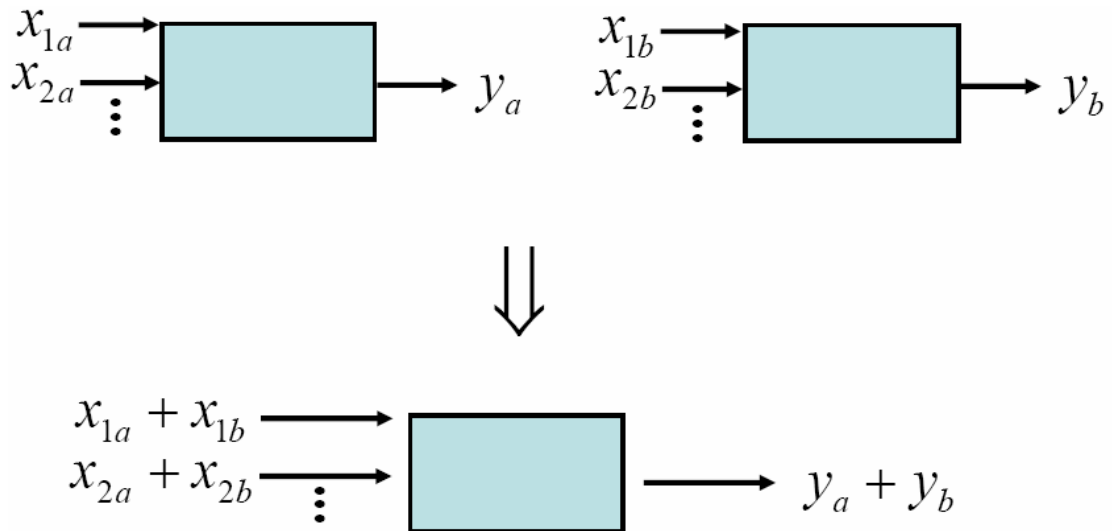
线性 \Rightarrow 齐次叠加

线性 \Rightarrow 齐次叠加

齐次性

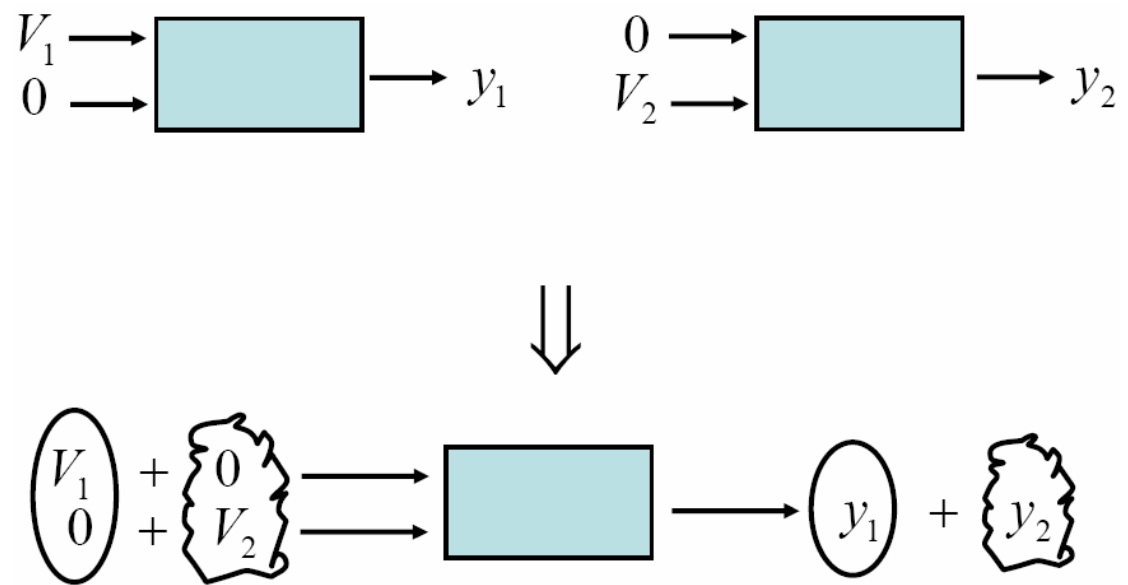


线性电路 \Rightarrow 齐次叠加
叠加原理:



线性电路 \Rightarrow 齐次叠加

叠加原理特例

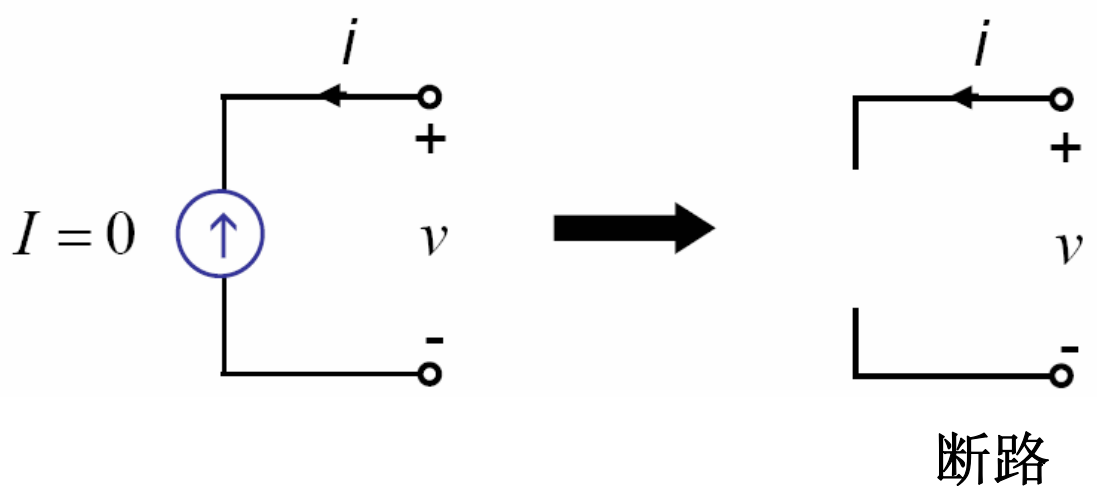
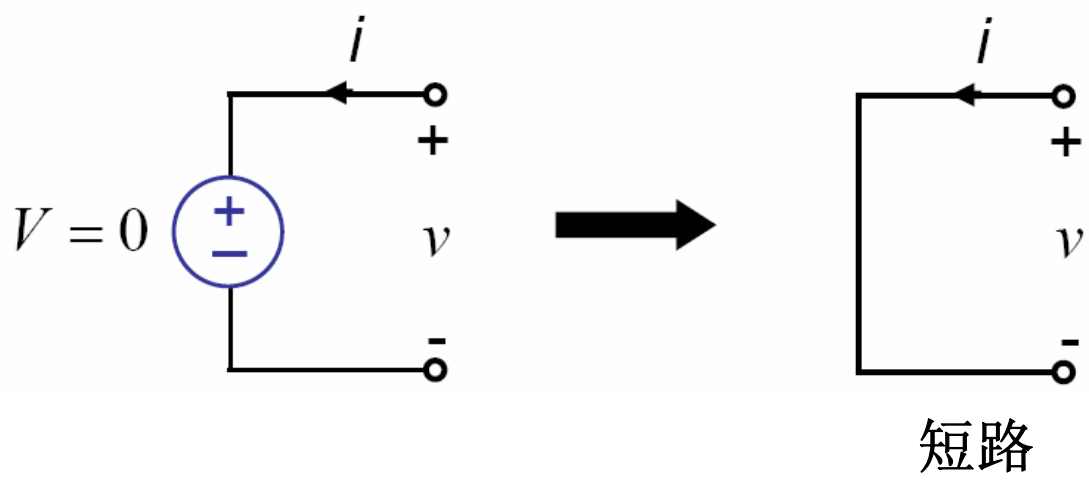


方法 4 叠加法

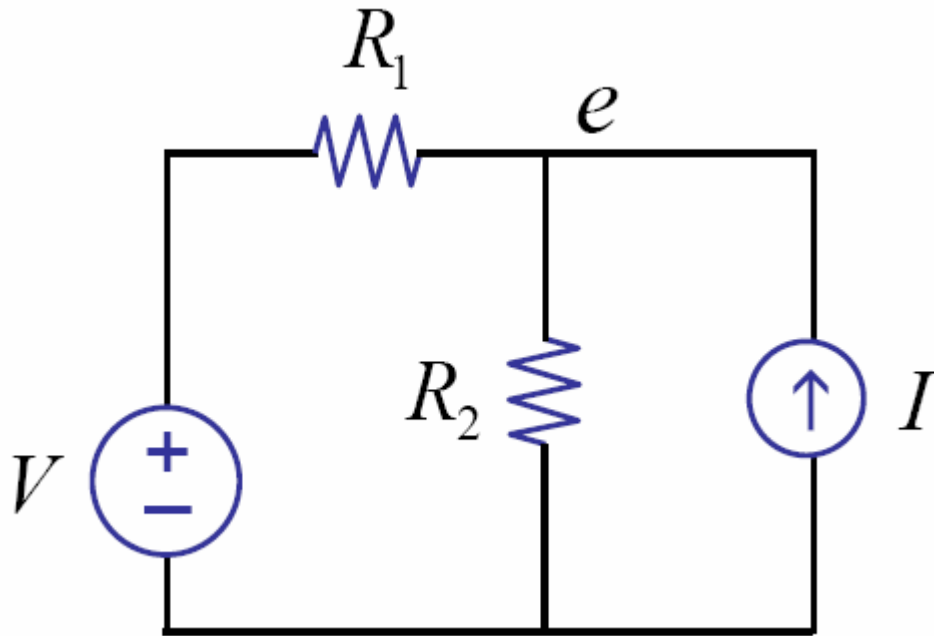
电路输出是由每个独立源单独作用的总和所决定的。

仅限于独立源





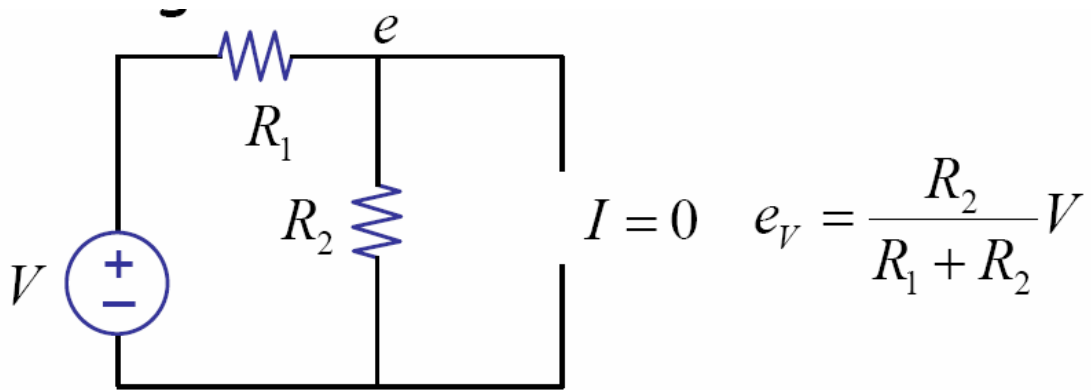
回到上面的例子
运用叠加法



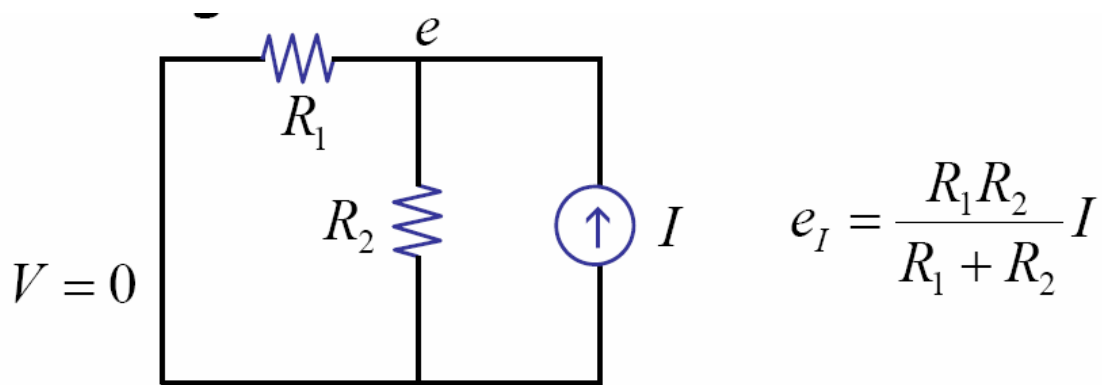
回到上面的例子

运用叠加法

V 电压源 单独作用



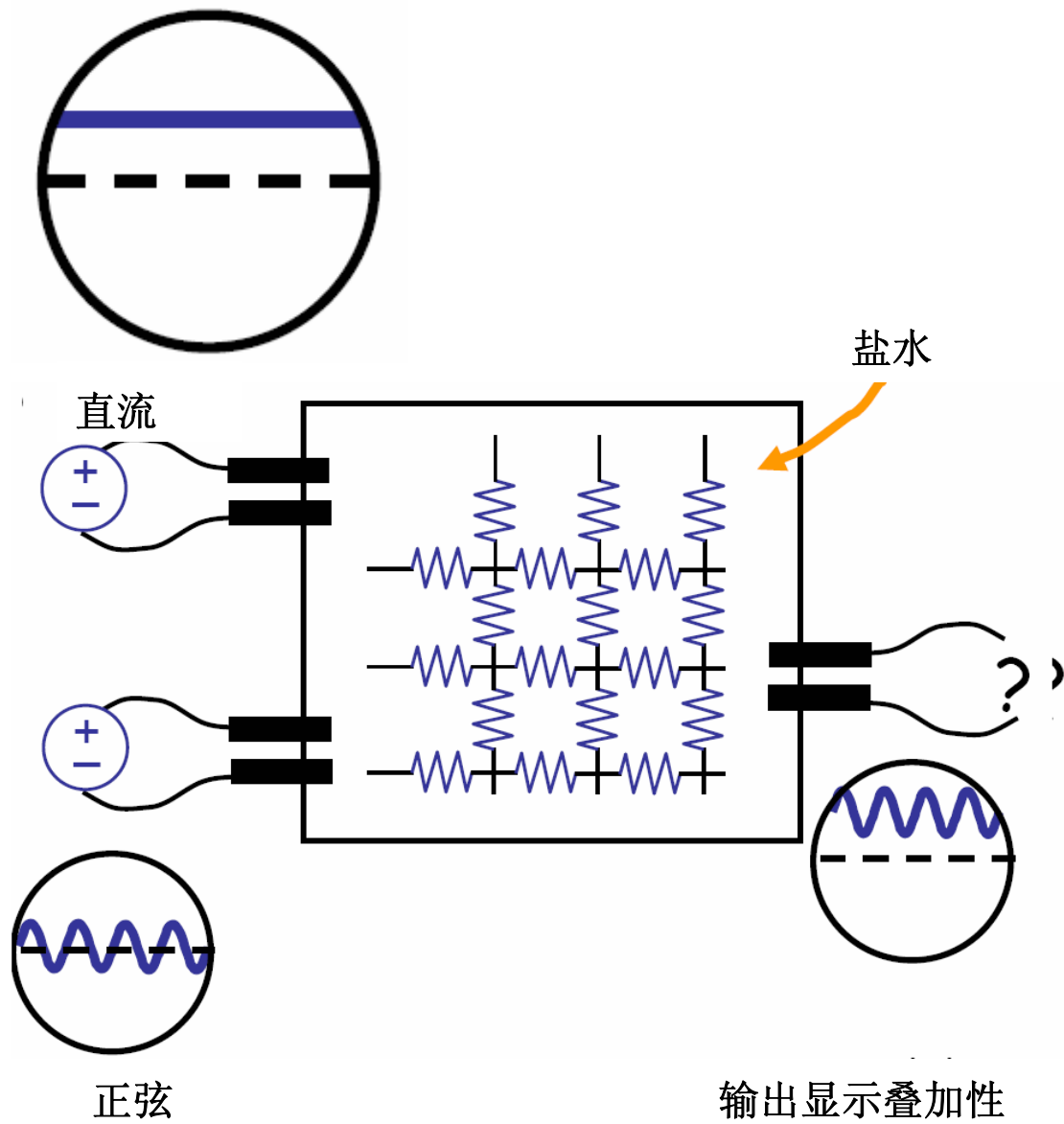
I 电流源 单独作用



求和： 叠加

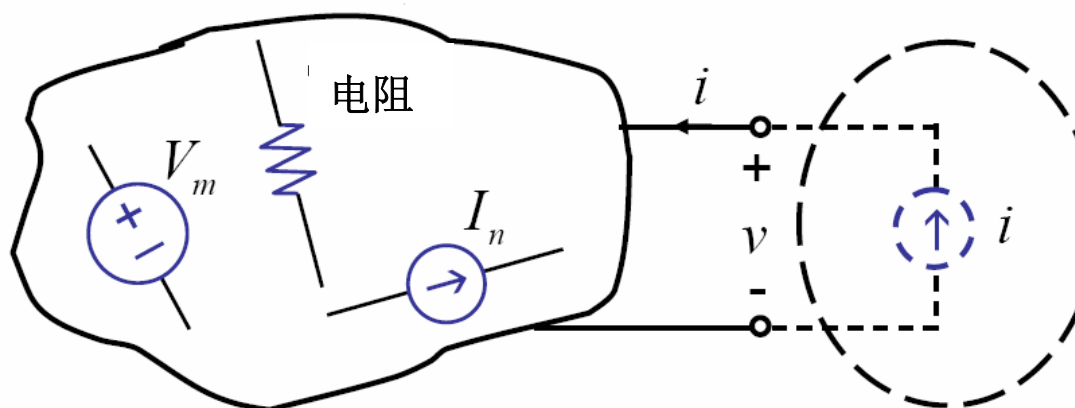
$$e = e_V + e_I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

实例



另一种方法：
考虑

任意网络 N



用叠加法

$$v = \sum_m \alpha_m V_m + \sum_n \beta_n I_n + Ri$$

无单位
电阻单位
与外部激励无关，特性与电阻类似

设置为：
全部

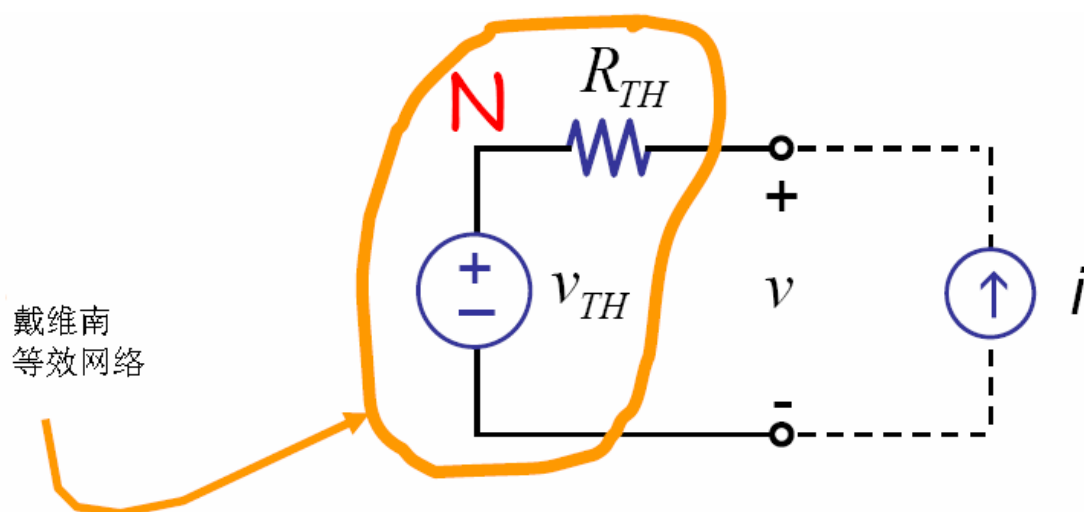
$$\left. \begin{array}{l} \forall_n I_n = 0, \\ i = 0 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \forall_m V_m = 0, \\ i = 0 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \forall_n I_n = 0, \\ \forall_m V_m = 0 \end{array}$$

与外部激励无关 特性类似电压 V_{TH}

或者

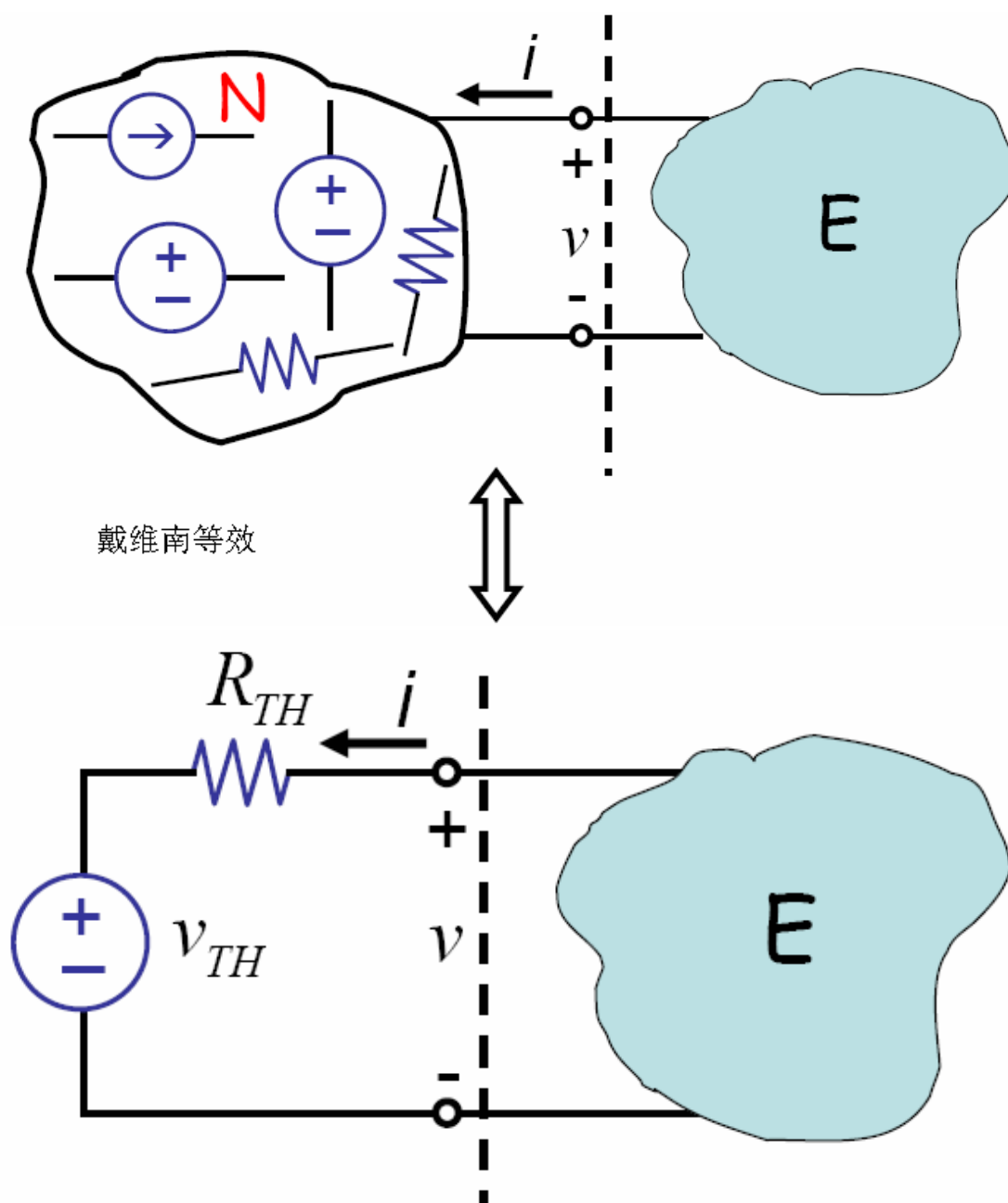
$$v = v_{TH} + R_{TH}i$$

只考虑外部电路的情况下（目的是获得 I-V 的关系式），任意网络 N 可等价于：



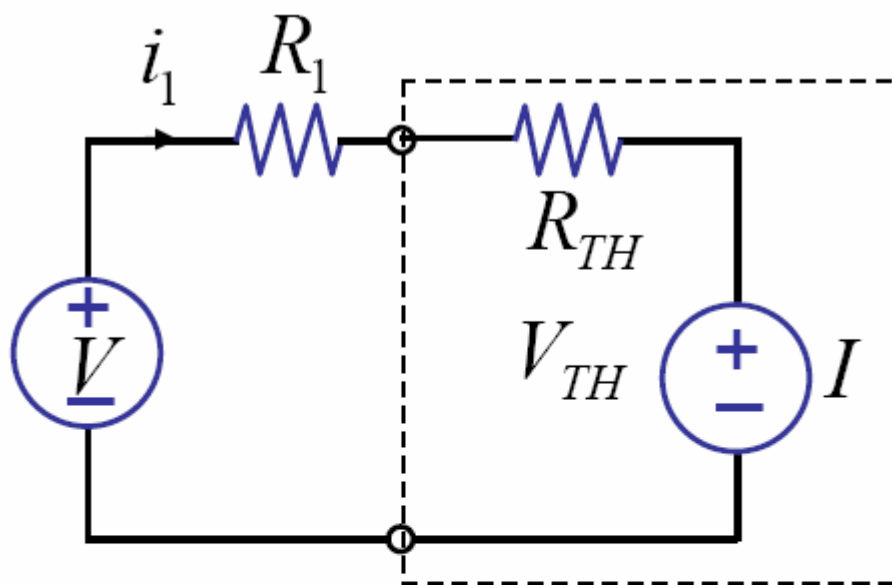
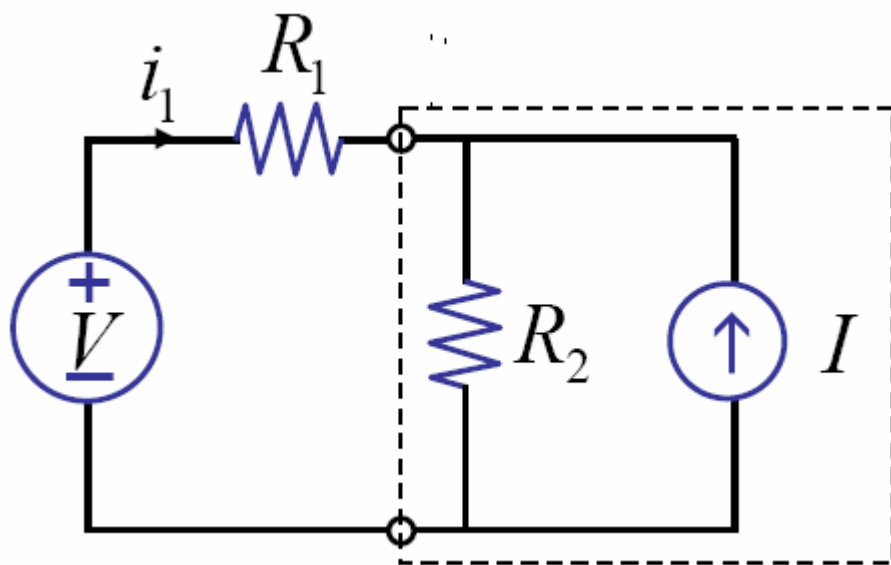
- v_{TH} → 开路电压
一对端子（或一个端口）两端
- R_{TH} → 端口看进去的等效电阻
（所有独立源为零值）

方法四 戴维南法



将网络 **N** 用其戴维南等效电路代替，然后求解外电路 **E**

例

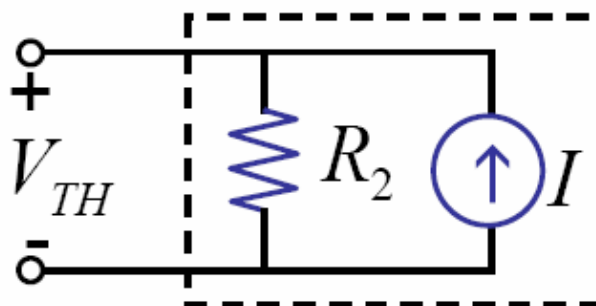


$$i_1 = \frac{V - V_{TH}}{R_1 + R_{TH}}$$

例

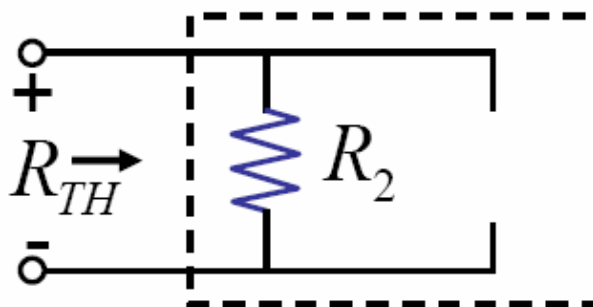
$$V_{TH} :$$

$$V_{TH} = IR_2$$

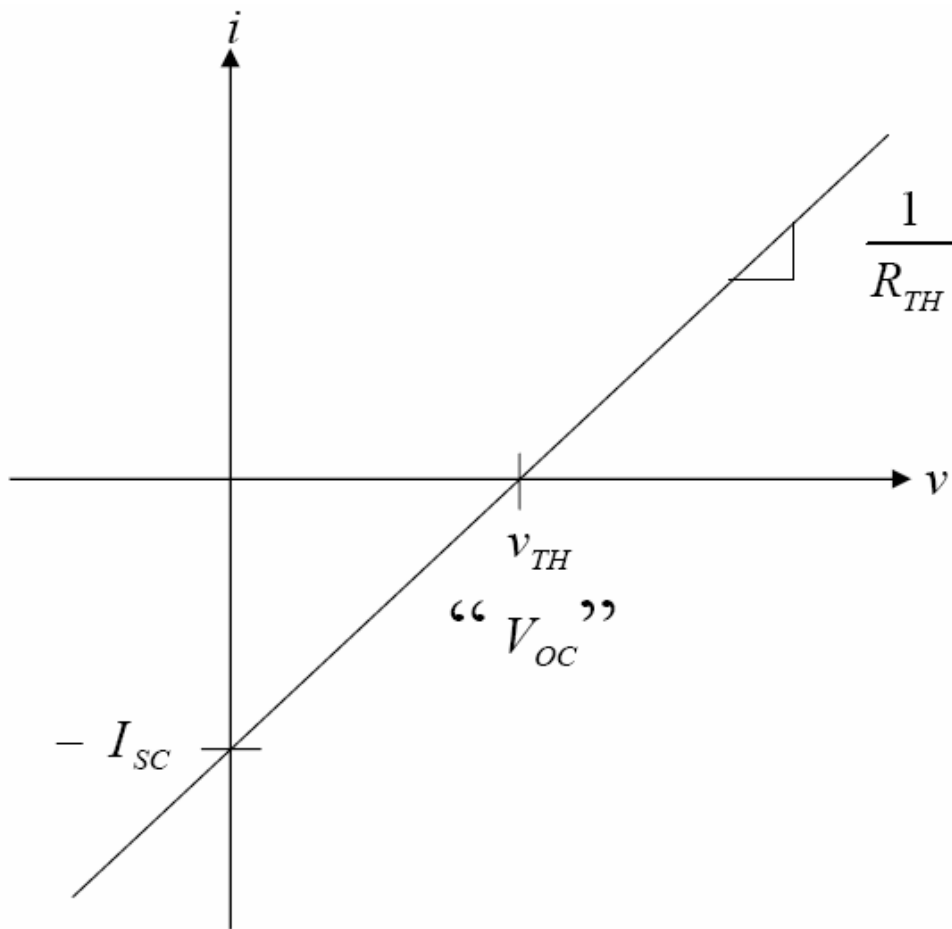


$$R_{TH} :$$

$$R_{TH} = R_2$$



图解法: $v = v_{TH} + R_{TH}i$



开路
($i \equiv 0$)

$$v = v_{TH} \longleftarrow V_{OC}$$

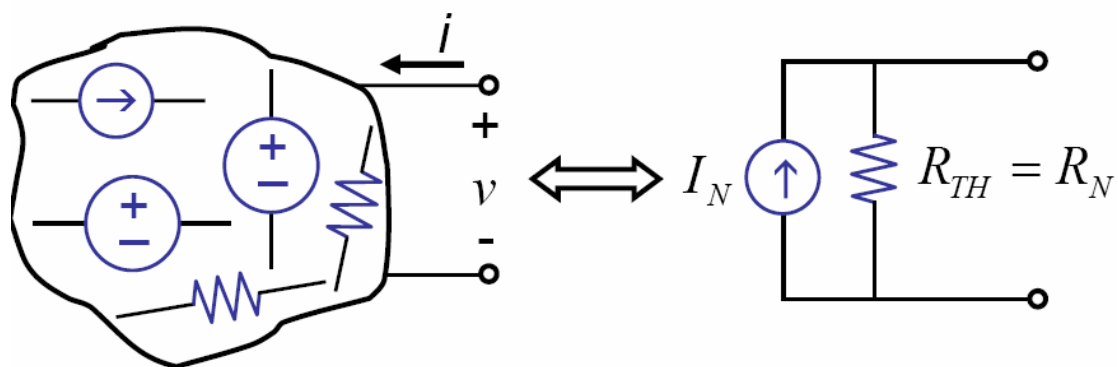
短路
($v \equiv 0$)

$$i = \frac{-v_{TH}}{R_{TH}} \longleftarrow -I_{SC}$$

方法五：在复习课中讨论

见课本

诺顿法



诺顿等效

$$I_N = \frac{V_{TH}}{R_{TH}}$$

小结:

- 离散事件: LMD → LCA
物理 → EE (电气工程)

- R,I,V 线性网络

- 分析方法 (线性)

KVL,KCL,I-V

合并规则

节点法

叠加法

戴维南

诺顿

下一讲

非线性分析

离散电压

