

## 第三章 电路分析的几个定理

第一节 叠加定理

第二节 置换定理

第三节 戴维南定理

第四节 诺顿定理

第五节 应用戴维南定理分析受控源电路





研究对象：线性网络性质；

研究目的：简化电路分析。

## 一、叠加定理

激励：独立电源对电路的输入；

响应：电路在激励作用下产生的电流和电压。

叠加定理：在任何由线性电阻、线性受控源及独立电源组成的电路中，多个激励共同作用时，在任何一支路产生的响应，等于各激励单独作用时在该支路所产生响应的代数和。

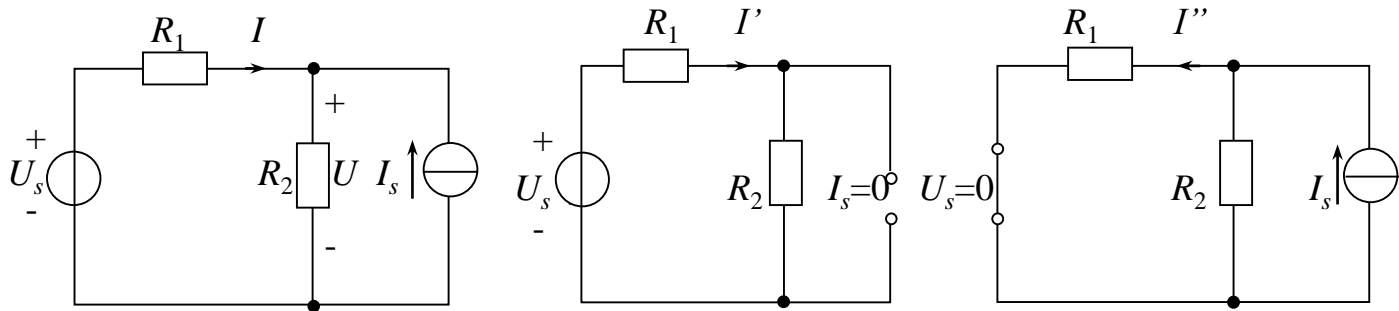
说明：

- 1.该定理只适合计算线性网络中电压和电流，而不能用来计算功率，因为功率与独立源之间不是线性关系。
- 2.某一独立源单独作用时，其余独立电源均置零(电压源短路，电流源开路)
- 3.响应的叠加是代数叠加，当分量与总量参考方向一致时取“+”，否则取“-”。
- 4.若只有一个激励作用的线性电路，激励增大 $K$ 倍，则响应也增大 $K$ 倍。



### 第三章 电路分析的几个定理

说明叠加定理的例子。求下图电路中的 $I$ 和 $U$ 。



先画出单个电源作用的电路图。然后求出各电源单独作用时的响应分量。

$$I' = \frac{U_s}{R_1 + R_2} = \frac{12}{3 + 5} = 1.5\text{A}$$

$$I'' = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_s = \frac{5}{3 + 5} \times 8 = 5\text{A}$$

$$U' = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s = \frac{5}{3 + 5} \times 12 = 7.5\text{V}$$

$$U'' = (R_1 // R_2) I_s = \frac{3 \times 5}{3 + 5} \times 8 = 15\text{V}$$

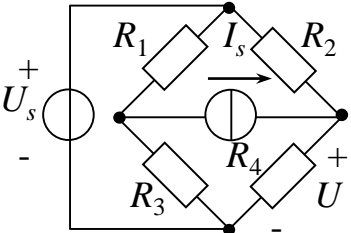
$$I = I' - I'' = 1.5 - 5 = -3.5\text{A}$$

$$U = U' + U'' = 7.5 + 15 = 22.5\text{V}$$

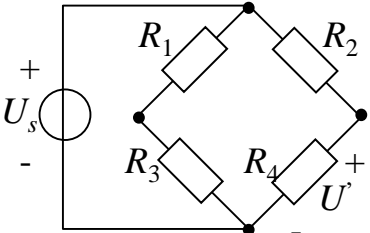


# 第三章 电路分析的几个定理

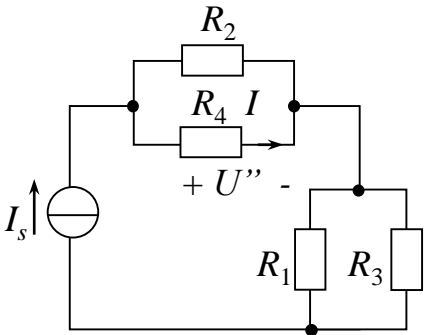
例：求图中 $R_4$ 上的电压 $U$ 。



(a)



(b)



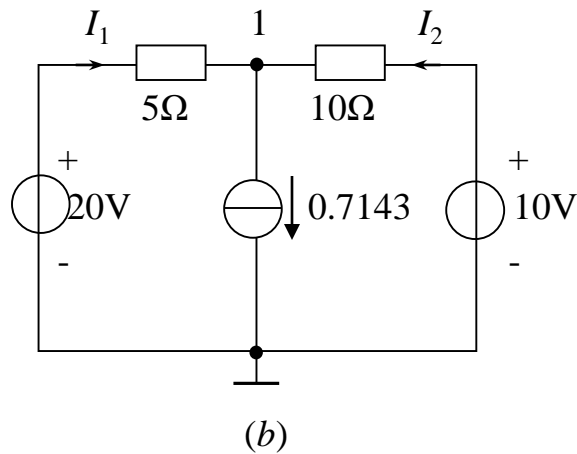
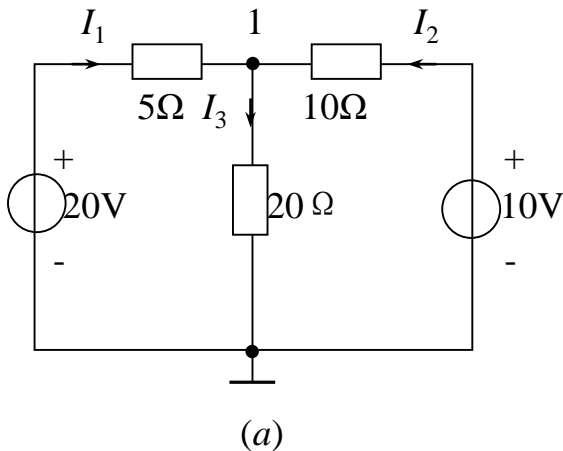
(c)



## 二、置换定理

若某一支路的电压和电流分别为 $U_k$ 和 $I_k$ 。则不论该支路由什么元件组成，总可以用下列的任何一个元件去置换。①电压值为 $U_k$ 的独立电压源；②电流值为 $I_k$ 的独立电流源；③电阻值为 $U_k/I_k$ 的电阻元件。置换后整个网络各电压、电流不发生变化。

下面用例子来说明该定理。在例2-8中求得 $U_1$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ ，现将含 $20\Omega$ 电阻的支路换为一个电流源，其电流源的值为 $0.7143\text{A}$ ，对置换后的电路重新计算可知，电路中各值均未发生变化。

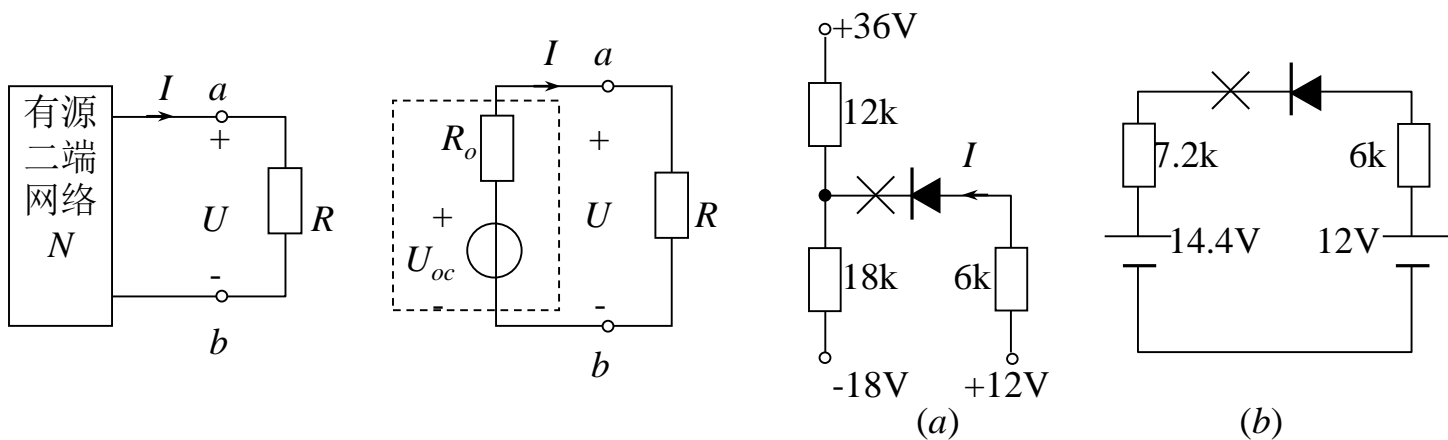


# 第三章 电路分析的几个定理

## 三、戴维南定理

对于任何线性有源二端网络，均可等效为一个电压源与电阻串联的电路。

戴维南定理可以如图所示。戴维南定理的关键是如何求开路电压和将有源电路的独立电源置零后的等效电阻。

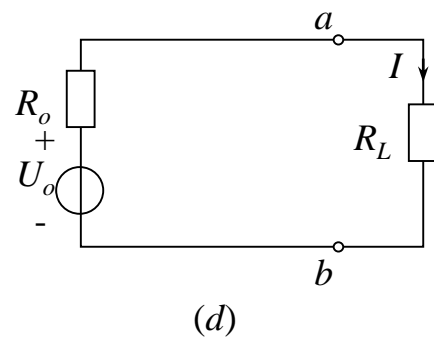
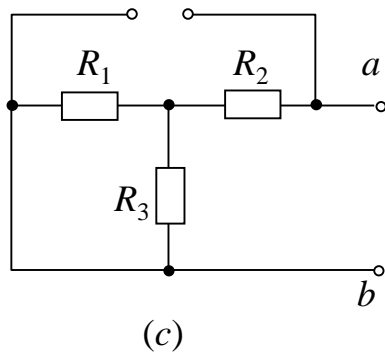
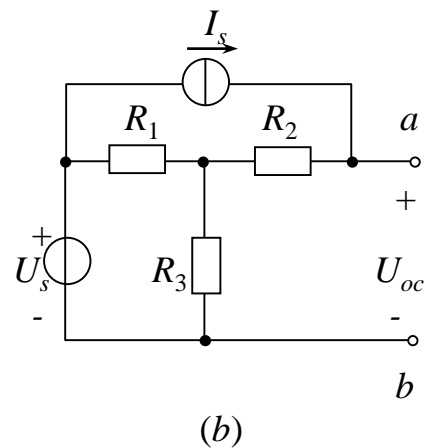
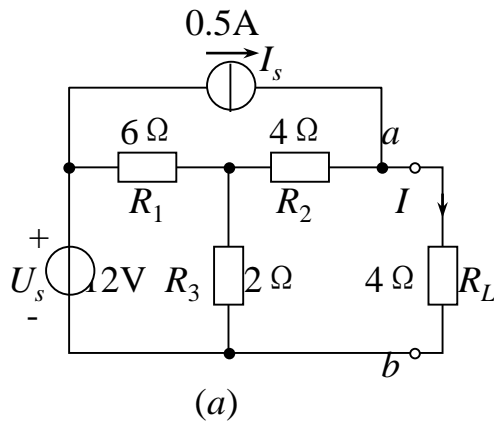


例：含有二极管电路的分析，首先确定二极管是导通还是截止，若导通，二极管相当于联通，否则，相当于断开。若正极电位高于负极，则二极管导通，否则二极管截止。



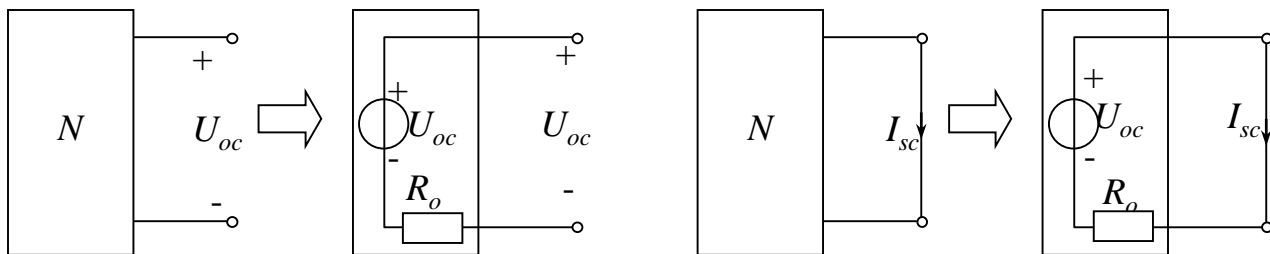
# 第三章 电路分析的几个定理

例：求电路中电流 $I$ 。



# 第三章 电路分析的几个定理

例：若含源二端网络的开路电压为  $U_{oc}$ ，短路电流为  $I_{sc}$ ，则戴维南电路的等效电阻为： $R_o = U_{oc} / I_{sc}$ 。







### 三、诺顿定理

对于任何线性有源二端网络，均可等效为一个电流源与电阻并联的电路。

诺顿定理的关键是如何求短路电流以及将有源电路的独立电源置零后的等效电阻。

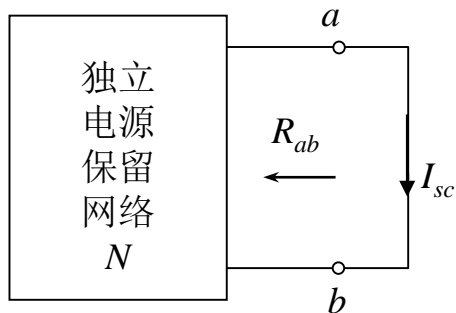
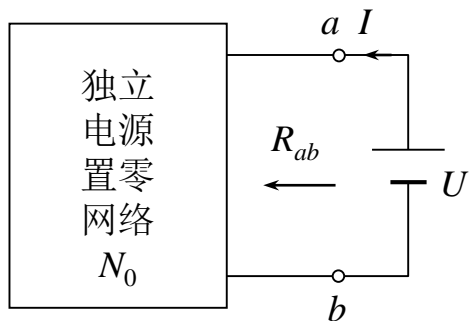
由于诺顿定理实质与戴维南定理相同，只是一是表示为电压源串电阻形式或电流源并电阻形式。这也可以同电源转换得出该结论。

同学们自己学习掌握。



### 三、应用戴维南定理分析受控源电路

含有受控源的电路若使用戴维南定理分析，求开路电压与前相同，但求等效电阻时必须考虑受控源的作用，**不能将受控源象处理独立源那样把受控源短路或开路**。对于含受控源的二端网络，求等效电阻时：①同前将独立源置零，外加电源 $U$ ，求出电流 $I$ ，则 $R=U/I$ ；②二端网络中的独立电源保留，将外电路短路，求出短路电流 $I_{sc}$ ，则 $R=U_{oc}/I_{sc}$ 。

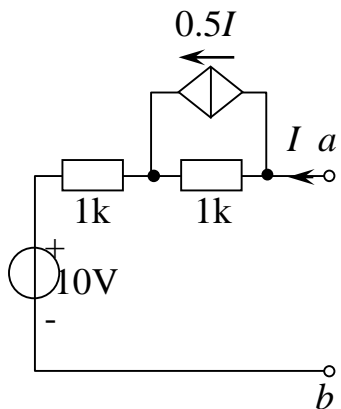


下面通过例子来说明这类电路的戴维南定理的求解。

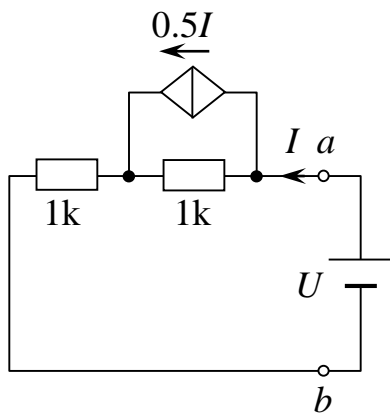


# 第三章 电路分析的几个定理

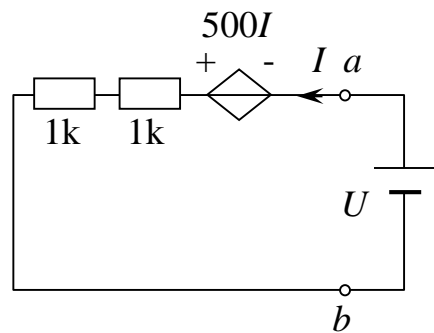
例：求图(a)的戴维南等效电路。



(a)



(b)

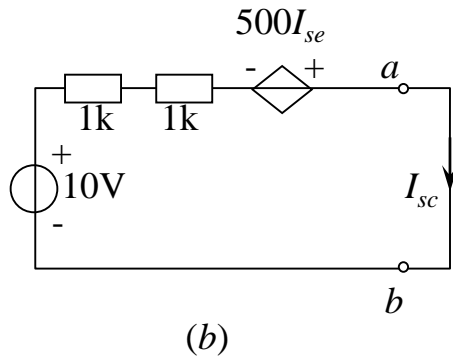
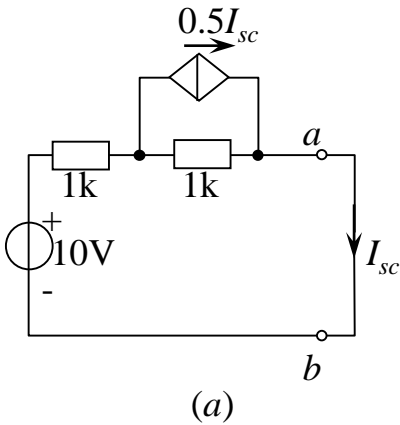


(c)



# 第三章 电路分析的几个定理

例：求图(a)的戴维南等效电路。

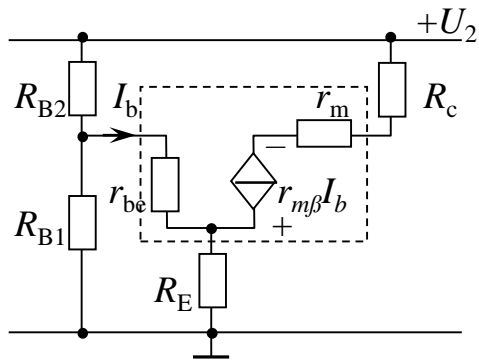


下面通过一个较复杂的电路来说明含有受控源电路的分析。

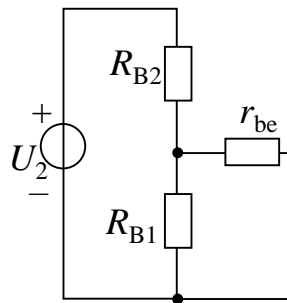


# 第三章 电路分析的几个定理

例：求 $R_c$ 中流过的电流 $I$ 。



(a)



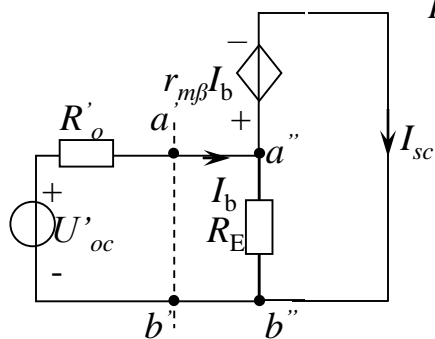
(b)

$$U'_{oc} = \frac{U_2}{R_{B1} + R_{B2}} \times R_{B1}$$

$$R'_o = \frac{R_{B1}R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} + r_{be}$$

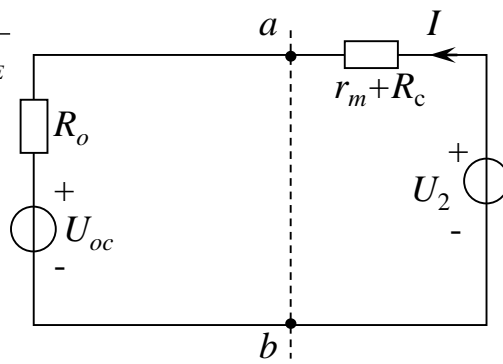
$$U_{oc} = -r_m\beta I_b + I_b R_E$$

$$I_b = \frac{U'_{oc}}{R'_o + R_E}$$



(c)

$$R_o = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$



(d)

$$I_{sc} = I_b - \frac{r_m\beta I_b}{R_E} = I_b \left(1 - \frac{r_m\beta}{R_E}\right); \quad I_b = \frac{U'_{oc} - r_m\beta I_b}{R'_o} \Rightarrow I_b = \frac{U'_{oc}}{R'_o + r_m\beta}$$

