

直流电阻电路提炼与总结



第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

课程中有一些概念是至关重要——知识联系衔接
的逻辑根源——提炼与总结——激励与响应

透彻理解参考方向（为什么需要、任意、关联与非关
联、功率——实际方向一致为吸收；不一致为释放）

元件的伏安特性（电压与电流关系）——元件本身的约
束；

电阻（欧姆定律 \pm ）、

电压源（与之并联的元件，其电压的绝对控制权、电流的灵
活）、

电流源（与之串联的元件，其电流的绝对控制权，电压的弹
性）、



第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

基尔霍夫定律 (KVL+KCL) ——只和元件的拓扑结构有关，和元件的性质无关

图论 (不关心支路具体是什么元件)

网孔电流KVL——每一项都是电压量

结点电压KCL——每一项都是电流量

等效变换——对外等效，无伴电源不能等效

电阻混联——结点归并、远端开始、电桥

熟练掌握两种实际电源等效变换——有伴电源、注意方向 (和关联参考方向相反)



第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

无源一端口网络（电阻+受控源）的输入电阻
（这里的源——独立电源）

——戴维宁定理中的等效电阻（独立电源置零）

电路的分析

简单电路（等效变换，改变电路结构，保持控制量支路不变）

复杂电路（系统方法——网孔电流+结点电压法，不改变电路结构）



第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

9. 回路电流+结点电压法需要面对的**支路特点**：

三个关键词——无伴、有伴、受控源

回路电流法（基于**KVL**，激励电源以电压方式进入，电压源自然正常进入，**电流源**如何进入？）

结点电压法（基于**KCL**，激励电源以电流方式进入，如何处理**电压源**？）

无伴电源（真正的理想电源）——无**并联电阻**的**电流源**+无**串联电阻**的**电压源**

（电源与电阻的关系与电源的实际模型有关），
此时两种电源**无法等效**；



第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

和电流源串联的电阻、和电压源并联的电阻如何处理？——可以去掉，除非求解该元件或电源的电压和电流（对内不等效）

有伴电源——电压源串联电阻+电流源并联电阻

回路电流法：KVL需要电压，如果是有伴电流源，等效变换为电压源

结点电压法：KCL需要电流，如果是有伴电压源，等效变换为电流源

受控源——独立电源对待；非独立电源对待（等效电阻）

分为有伴受控源+无伴受控源

控制量用待求未知变量表示

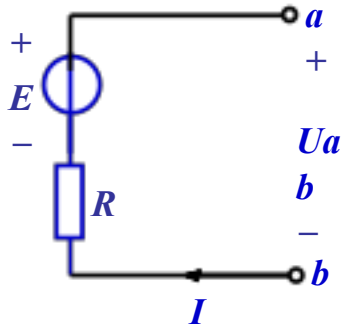


第1-4章 直流电阻电路：三鼎之一

10. 叠加定理——参考方向、受控源控制量

11. 戴维宁定理——有源一端口网络（电阻+独立电源+受控源）等效变换——外电路、开路电压

12. 开口电压——真开路or假开路



①先判断开口处是
部分电路（借助电位简化电
路） or

完整电路（真正断开）

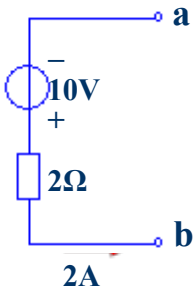
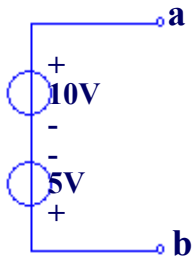
②受控源：控制关系不可
逆，先有控制量，后有被控
制量



§1-8 基尔霍夫定律

例 分别计算下图所示电路中的电压 U_{ab} (已给定参考方向)。

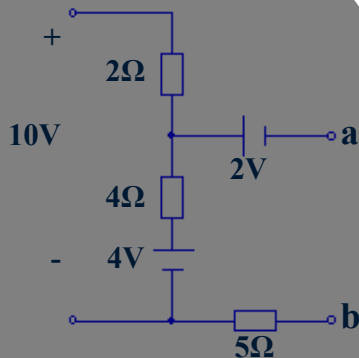
:



解:

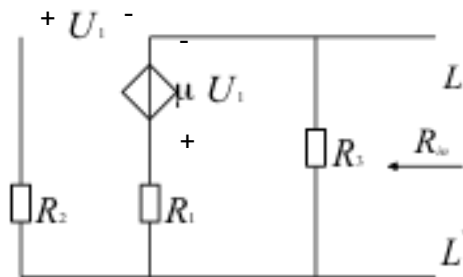
$$U_{ab} = 10 - 5 = 5V$$

$$U_{ab} = 10 + 2 \times 2 = -6V$$



$$U_{ab} = -2 + 4 \times 1 + 4 + 0 = 6V$$





(b)

练习题

列写电路的节点电压方程。

$$u_{n1} = 4$$

$$-u_{n1} + \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3+2}\right)u_{n2} - \frac{1}{2}u_{n3} = -1 + \frac{4U}{5}$$

$$0u_{n1} - \frac{1}{2}u_{n2} + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right)u_{n3} = 3$$

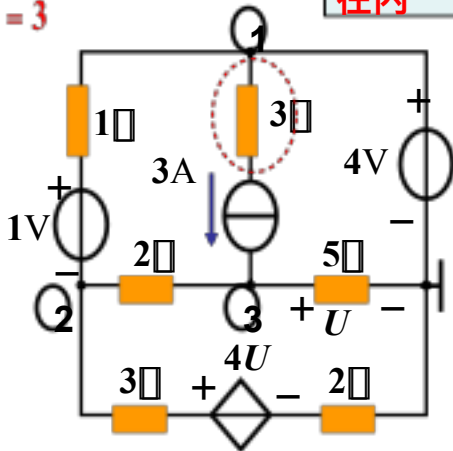
不计算
在内

注：与电流源串接
的电阻不参与列方程

增补方程：

$$U =$$

un3



练习题 应用结点法求 U 和 I

$$u_{n1} = 100$$

$$u_{n2} = 100 + 110 = 210$$

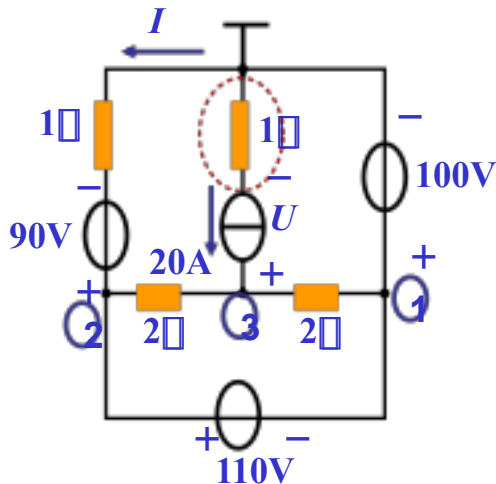
$$-\frac{1}{2}u_{n1} - \frac{1}{2}u_{n2} + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)u_{n3} = 20$$

解得：

$$u_{n3} = 20 + 50 + 105 = 175\text{V}$$

$$u_{n3} = U - 1 \times 20 \Rightarrow U = 195\text{V}$$

$$u_{n2} = 90 - I \times 1 \Rightarrow I = -120\text{A}$$

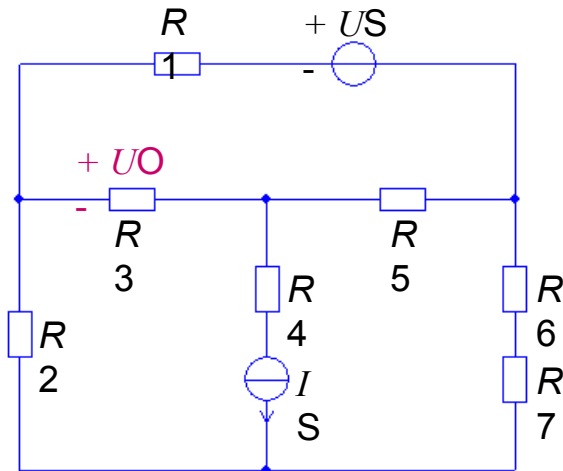


✦ 结点电压法适用于支路数多，结点数少的电路。



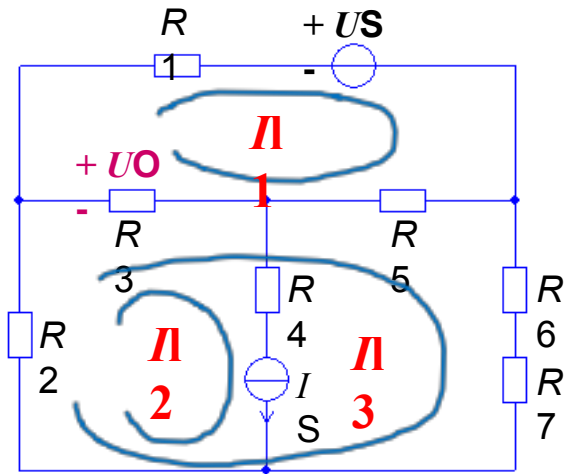
练习题

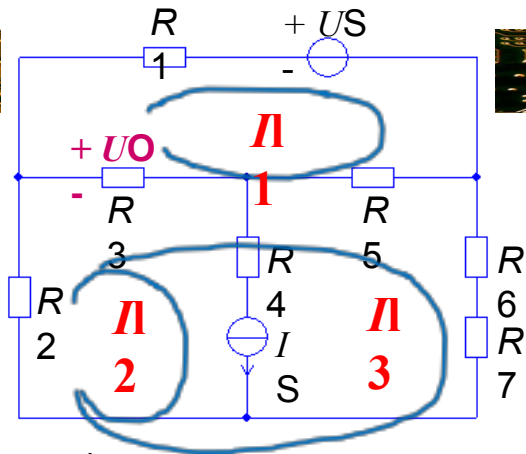
计算 U_O 1、应用网孔（或回路）电流法
2、应用结点电压法



答案

计算 U_O 1、应用网孔（回路）电流法





回路1

$$(R_1 + R_3 + R_5)I_1 - R_3I_2 - (R_3 + R_5)I_3 = -U_S + U_0 \quad \times$$

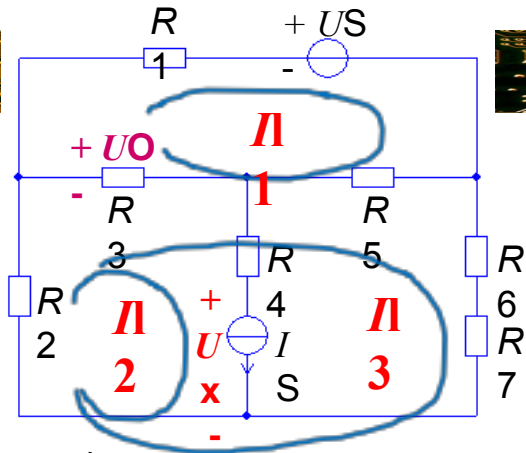
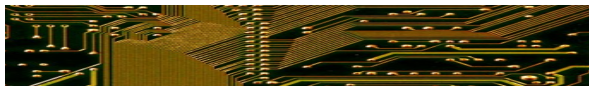
回路2

$$-R_3I_1 + (R_2 + R_3 + R_4)I_2 + (R_2 + R_3)I_3 = 0 \quad \times$$

回路3

$$-(R_3 + R_5)I_1 + (R_2 + R_3)I_2 + (R_2 + R_3 + R_5 + R_6 + R_7)I_3 = 0$$





补充方程

$$I_2 = IS$$

所求电压

$$U_O = (I_2 + I_3 - I_1) R_3$$

回路1

$$(R_1 + R_3 + R_5)I_1 - R_3I_2 - (R_3 + R_5)I_3 = -U_S$$

回路2

$$-R_3I_1 + (R_2 + R_3 + R_4)I_2 + (R_2 + R_3)I_3 = -U_x$$

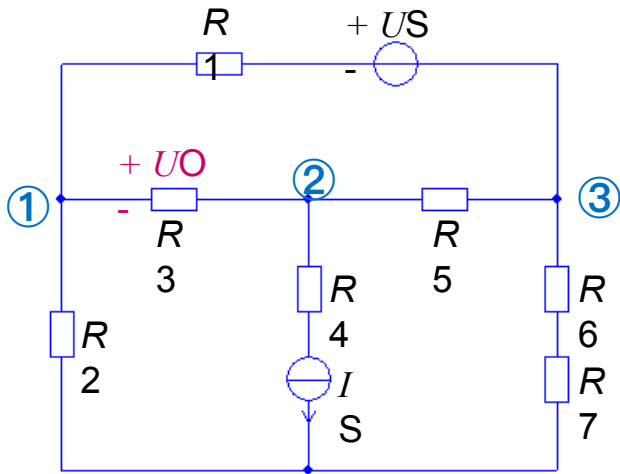
回路3

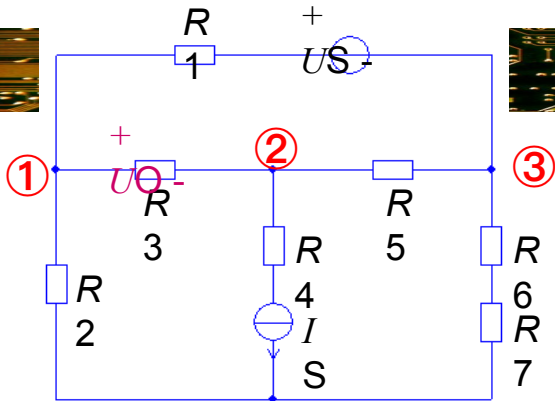
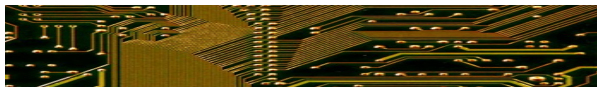
$$-(R_3 + R_5)I_1 + (R_2 + R_3)I_2 + (R_2 + R_3 + R_5 + R_6 + R_7)I_3 = 0$$



答案

2、应用结点电压法





所求电压 $U_O = U_{n1} - U_{n2}$

对于结点①

$$(G_1 + G_2 + G_3)U_{n1} - G_3U_{n2} - G_1U_{n3} = G_1U_S$$

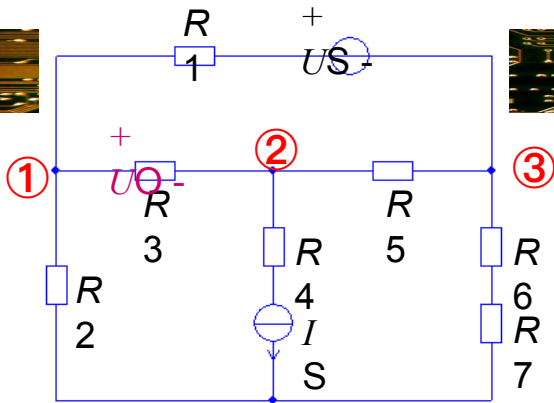
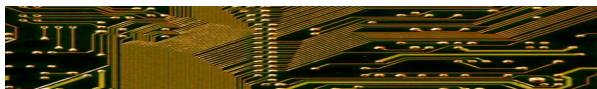
对于结点②

$$-G_3U_{n1} + (G_3 + G_5)U_{n2} - G_5U_{n3} = -I_S$$

对于结点③

$$-G_1U_{n1} - G_5U_{n2} + (G_1 + G_5 + 1/(R_6 + R_7))U_{n3} = -G_1U_S$$





对于结点①

$$(G_1 + G_2 + G_3)U_{n1} - G_3U_{n2} - G_1U_{n3} = G_1U_S$$

对于结点②

$$-G_3U_{n1} + (G_3 + G_4 + G_5)U_{n2} - G_5U_{n3} = -IS$$

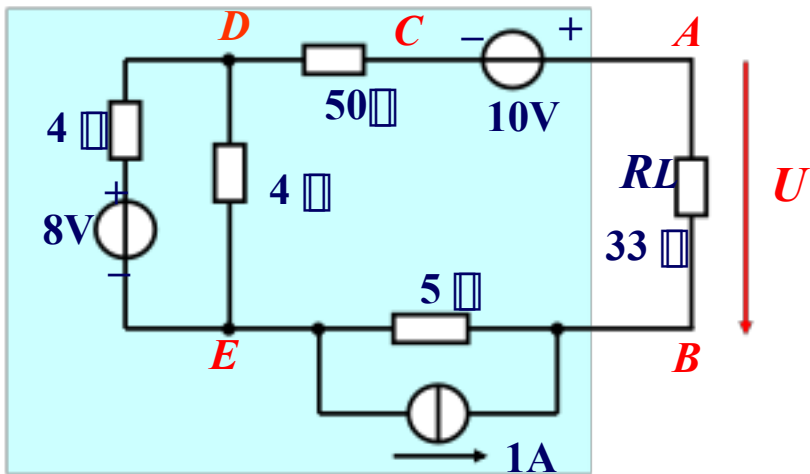
×

对于结点③

$$-G_1U_{n1} - G_5U_{n2} + (G_1 + G_5 + G_6 + G_7)U_{n3} = -$$

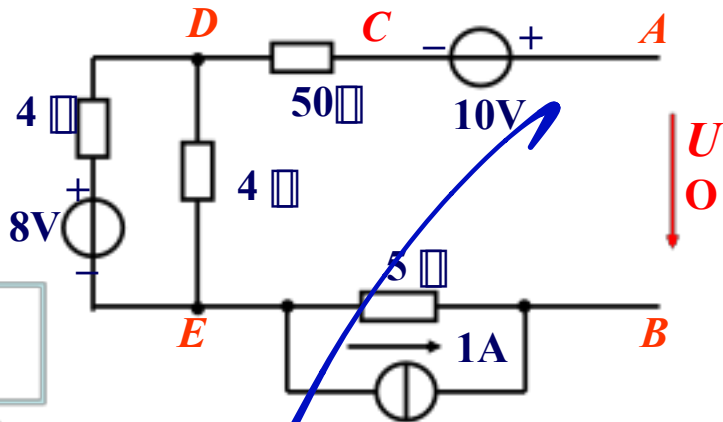
×





求: $U=?$

第一步：求开路电压 U_O 。

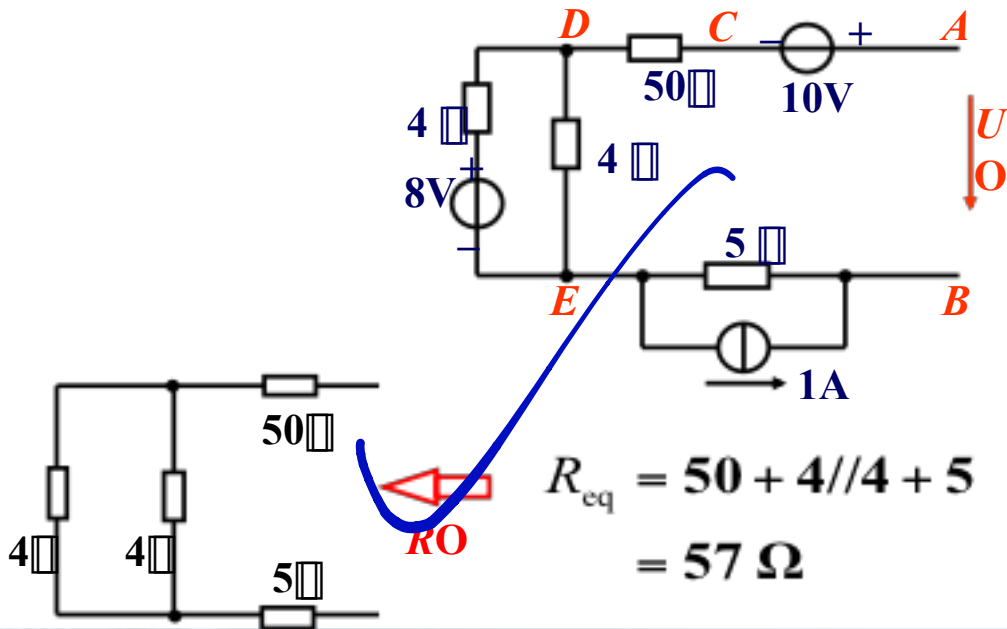


此值是所求
结果吗？

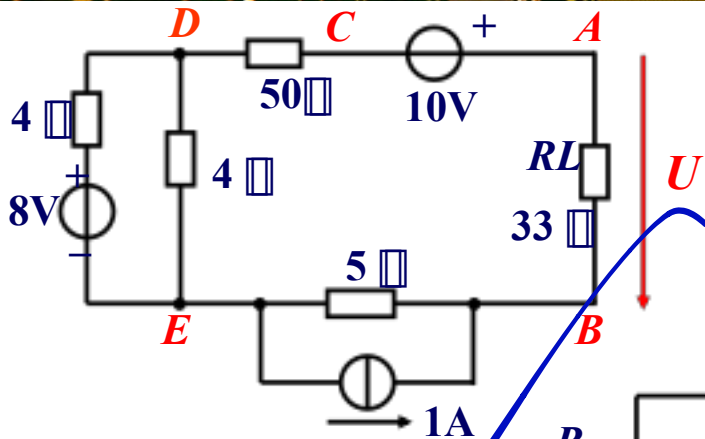
$$\begin{aligned} U_{OC} &= U_{AC} + U_{CD} + U_{DE} + U_{EB} \\ &= 10 + 0 + 4 - 5 \\ &= 9 \text{ V} \end{aligned}$$



第二步：求输入电阻 R_O



第三步：求等效电路



$$E = U_{oc} = 9 \text{ V}$$

$$R_{eq} = 57 \Omega$$

