

第一章 基础电路

§ 1 电路的组成和功能

§ 2 电路中的物理量

§ 3 基尔霍夫定律

§ 4 电阻的联接方式

§ 5 独立电源

§ 6 支路电流法

§ 7 节点电位法

§ 8 叠加原理

§ 9 等效电源定理

§ 10 受控电源

§ 11 正弦交流电路

§ 2 电路中的物理量

一、电流

1、概念 电场力 \longrightarrow 电荷 \longrightarrow 定向移动 \longrightarrow 电流

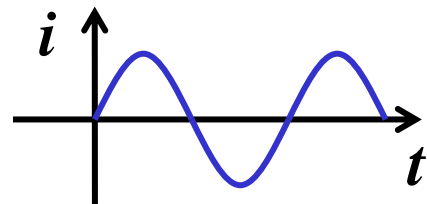
(值固定) 恒定直流 I 脉动直流 I (值可变)

2、分类

- 直流电流 $I \longrightarrow$ 电流的方向不会随着时间而变化
- 交流电流 $i \longrightarrow$ 大小和方向均会随着时间而变化

3、电流强度 \longrightarrow 计量电流大小的物理量

\downarrow
单位时间内通过导体横截面的电量



恒定直
流电流 $I = \frac{Q}{t} \longrightarrow \text{C (库仑)}$
 $\longrightarrow \text{S (秒)}$

交流
电流 $i = \frac{dq}{dt}$

单位: A(安培)

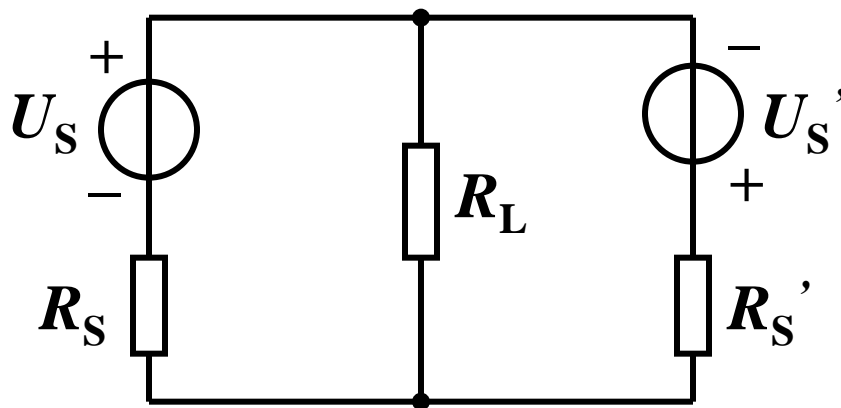
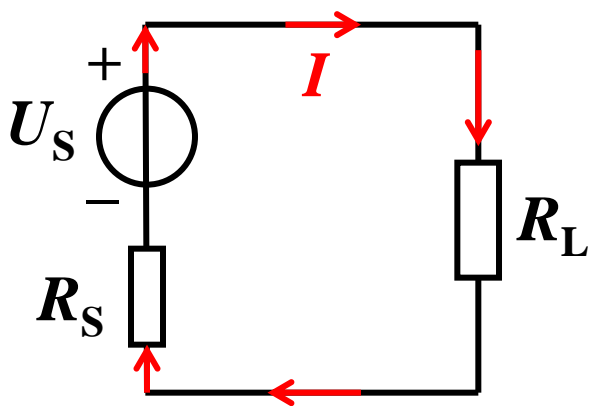
$$1\text{A} = 10^3 \text{mA} = 10^6 \mu\text{A}$$

§ 2 电路中的物理量

一、电流

4、方向

① 实际方向 \longrightarrow 正电荷移动的方向



对于复杂电路，很难直接判断出电流的实际方向

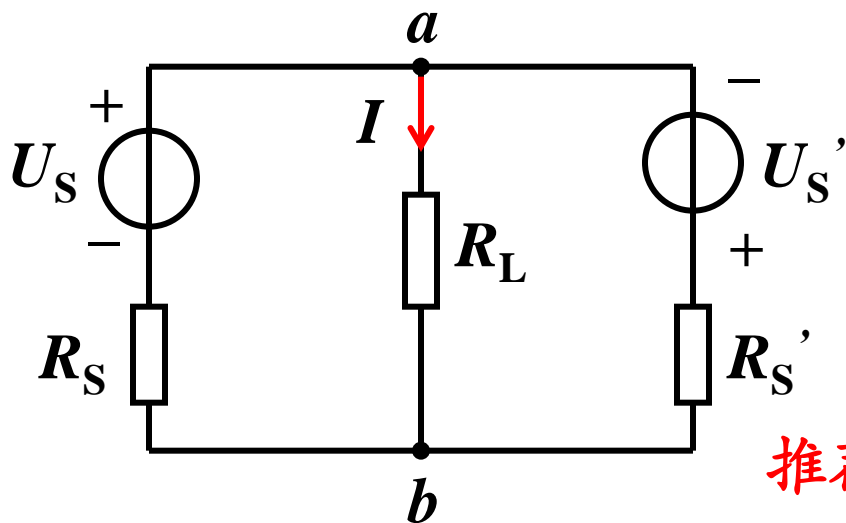
② 参考方向 设定原则 $\begin{cases} \text{人为任意设定} \\ \text{一旦设定就不可更改} \end{cases}$

根据设定的参考方向，**利用电路的各种分析方法**对电路进行分析，可以计算得到**在该参考方向下**电流 I 的大小，

① 若 $I > 0$ ，说明参考方向和实际方向**相同**；

② 若 $I < 0$ ，说明参考方向和实际方向**相反**；

举例：电路如下图所示，求流过负载 R_L 的电流的实际方向。



① 任意设定 I 的参考方向

② 根据方向，分析电路

③ 根据结果进行判断

假设 $I = -3\text{A} \because I < 0$

推荐方法 $\therefore I$ 的实际方向由 $b \rightarrow a$

5、参考方向的标识方法 ① 箭头表示法（箭头标在导线上）

② 下标表示法 I_{ab} 假设电流从 a 流到 b

§ 2 电路中的物理量

一、电流 (I)

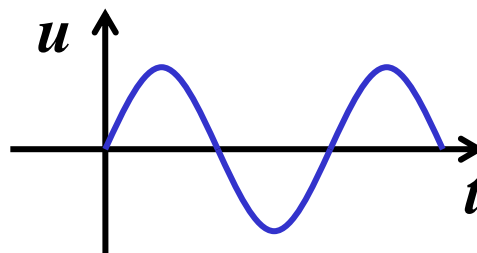
二、电压

1、概念 U_{ab} : 电场力把单位正电荷从a点移到b点所做的功。

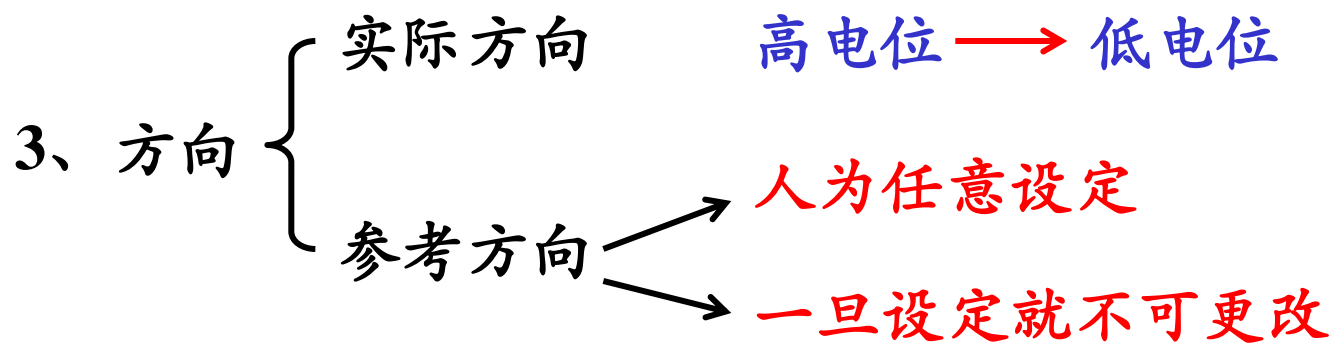
恒定直
流电压 $U_{ab} = \frac{W}{Q}$ $\xrightarrow{\text{红色}} \text{J (焦耳)}$ $\xrightarrow{\text{红色}} \text{C (库仑)}$ 单位: V (伏特)
 $1\text{MV} = 10^3\text{kV} = 10^6\text{V}$

(值固定) 恒定直流 U 脉动直流 U (值可变)

2、分类 $\left\{ \begin{array}{l} \text{直流电压 } \textcolor{red}{U} \longrightarrow \text{电压的方向不会随着时间而变化} \\ \text{交流电压 } \textcolor{red}{u} \longrightarrow \text{大小和方向均会随着时间而变化} \end{array} \right.$



$$u = \frac{dw}{dq}$$



根据设定的参考方向，利用电路的各种分析方法对电路进行分析，可以计算得到在**该参考方向下**电压 U 的大小

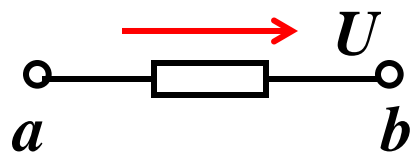
① 若 $U > 0$ ，说明参考方向和实际方向**相同**；

② 若 $U < 0$ ，说明参考方向和实际方向**相反**；

4、参考方向的标识方法

箭头标在元器件外部

※ ① 箭头表示法

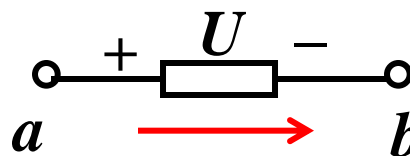


假设a点电位高

② 下标表示法

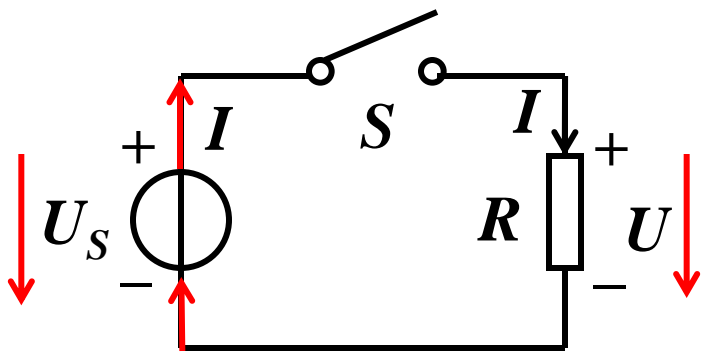
U_{ab} 从a指向b

③ 极性表示法



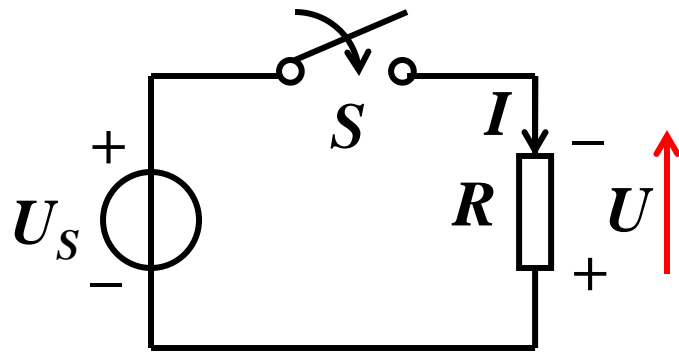
含义
相同

5、关联和非关联参考方向→对同一个元件的 U 和 I 而言



U 和 I 的参考方向设置为相同

关联参考方向



U 和 I 的参考方向设置为相反

非关联参考方向

∴ 参考方向可任意设定； ∴ 对元件采用关联或非关联设置均可

一般建议对**电阻**采用**关联**设置（电阻的 U 和 I 的实际方向相同）

一般建议对**电源**采用**非关联**设置（电源的 U 和 I 的实际方向相反）

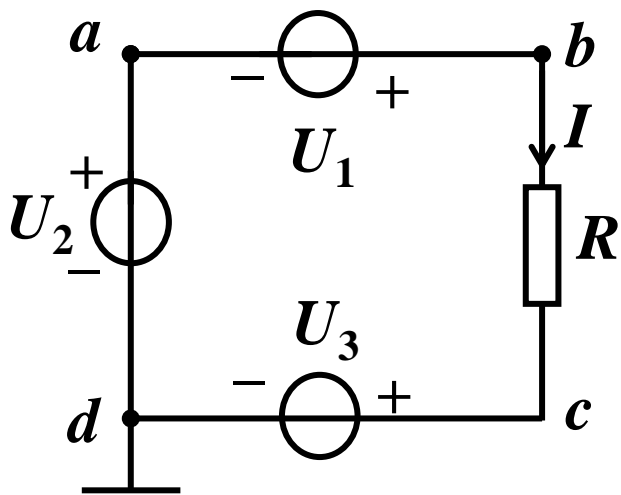
§ 2 电路中的物理量

三、电位

1、概念 单位：**V** (伏特)

① 在电路中任选一个节点做为**参考点**，用“ \perp ”表示， $V_{\text{参}}=0$

② 某点的电位**V**：该点与参考点两点之间的电压；



$\because d$ 为参考点 $\therefore V_d = 0V$

$$V_a = U_{ad} \quad V_b = U_{bd} \quad V_c = U_{cd}$$

思考：电位需要设定参考方向吗？

※ **电位的参考方向不需设定**

统一默认为从 **该点** \rightarrow **参考点**

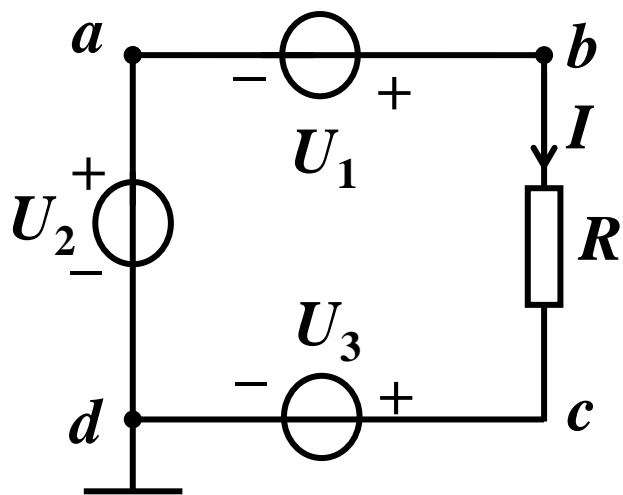
§ 2 电路中的物理量

三、电位

1、概念 单位：**V** (伏特)

2、电压与电位的关系 $U_{bc} = V_b - V_c$

3、电位计算时的注意点 ① 参考点**有且仅有一个**；



② 电位值会随着参考点发生改变；
③ 两点的电压与参考点选择无关；

→ 电压是绝对的；而电位是相对的；

④ 电压和电位的计算与路径无关；

$$V_b = U_{ba} + U_{ad} = U_{bc} + U_{cd}$$

§ 2 电路中的物理量

三、电位

1、概念 单位：**V** (伏特)

2、电压与电位的关系 **$U_{bc} = V_b - V_c$**

3、电位计算时的注意点

4、	电压	区别	电位
----	----	----	----

①	U_{ab}	单位： V (伏特)	V_a
---	----------	-------------------	-------

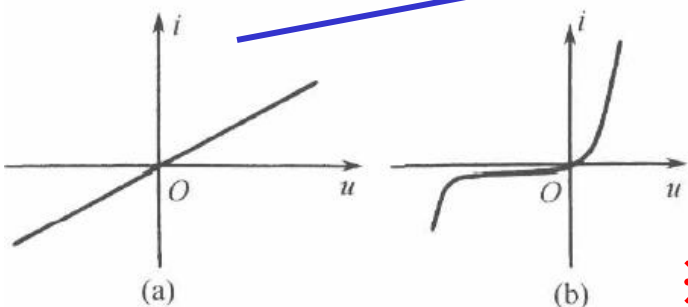
②	参考方向任意设定	参考方向不需设定
---	----------	----------

③	与参考点的选择无关	与参考点的选择有关
---	-----------	-----------

§ 2 电路中的物理量

四、欧姆定律 → 电路的基本定律之一

用途：说明了流过**线性电阻**的电流和电阻两端电压之间的关系。



① 欧姆定律不适用于**非线性电阻**(图b)

② 当 U 和 I 参考方向**相同**时, $U=IR$

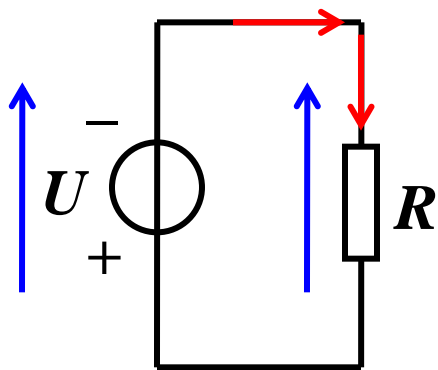
※ ③ 当 U 和 I 参考方向**相反**时, $U=-IR$

P4 图 1-10 电阻的伏安特性曲线

看电阻两端电压与流过它的电流的参考方向

例1:

已知 $U = -12\text{V}$, $R = 4\ \Omega$, 求 $I = ?$



注意：沿着回流绕行的是电流，而不是电压。

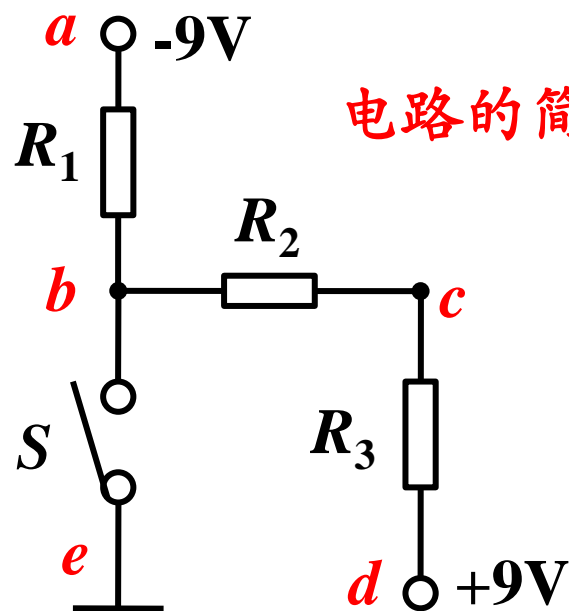
电压参考方向的移动需要借助**等电位**的概念。

∴ 电阻的 U 和 I 参考方向**相反** ∴ $I = -\frac{U}{R} = -\frac{-12}{4} = 3\text{A}$

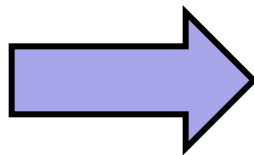
例2: 已知 $V_a = -9V$, $V_d = 9V$, $R_1 = 2k\Omega$, $R_2 = 3k\Omega$, $R_3 = 1k\Omega$

求: ① 当 S 打开时, V_b 和 $V_c = ?$

② 当 S 闭合后, V_b 和 $V_c = ?$

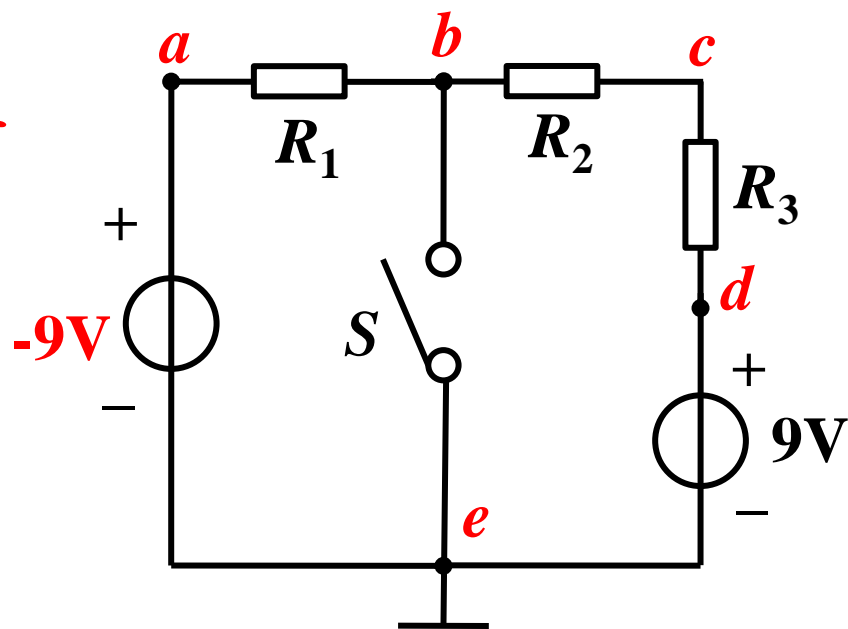
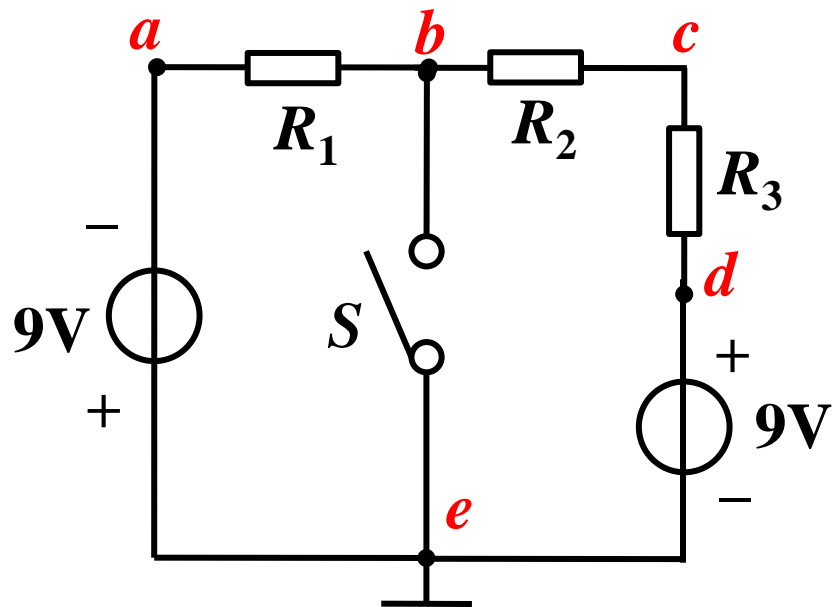


电路的简化画法



完整画法

两种画法
都正确



例2: 已知 $V_a = -9\text{V}$, $V_d = 9\text{V}$, $R_1 = 2\text{k}\Omega$, $R_2 = 3\text{k}\Omega$, $R_3 = 1\text{k}\Omega$

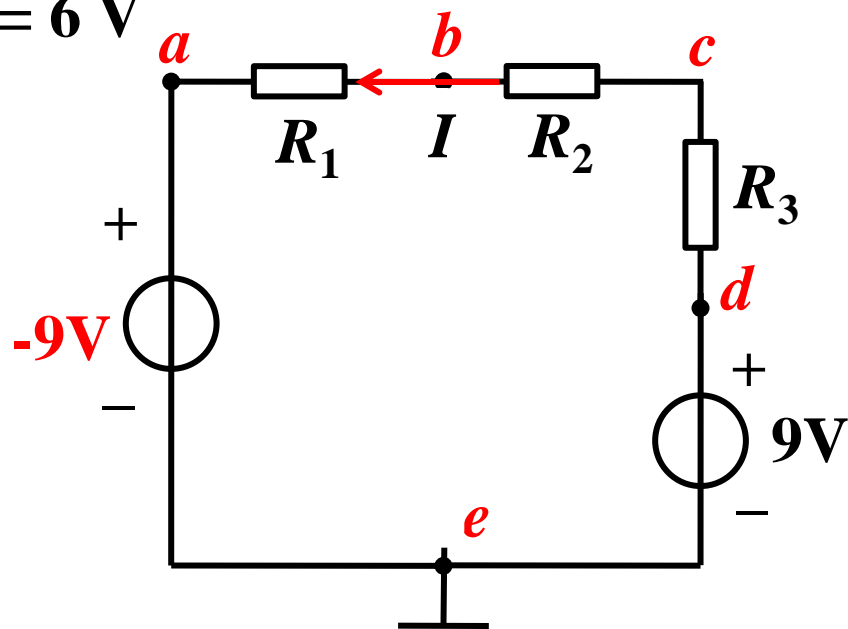
求: ① 当 S 打开时, V_b 和 $V_c = ?$

② 当 S 闭合后, V_b 和 $V_c = ?$

解: ① 当 S 打开时 $V_b = U_{be} = U_{ba} + U_{ae} = IR_1 + V_a = -3\text{V}$
 $= U_{bd} + U_{de} = -I(R_2 + R_3) + V_d = -3\text{V}$

$$V_c = U_{ce} = U_{cd} + U_{de} = -IR_3 + V_d = 6\text{V}$$
$$= U_{cb} + U_{be} = IR_2 + V_b = 6\text{V}$$

$$I = \frac{U_{da}}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_d - V_a}{R_1 + R_2 + R_3}$$
$$= \frac{9 - (-9)}{6\text{ k}\Omega} = 3\text{mA}$$



例2: 已知 $V_a = -9\text{V}$, $V_d = 9\text{V}$, $R_1 = 2\text{k}\Omega$, $R_2 = 3\text{k}\Omega$, $R_3 = 1\text{k}\Omega$

求: ① 当 S 打开时, V_b 和 $V_c = ?$

② 当 S 闭合后, V_b 和 $V_c = ?$

※ 结论: 无论是电压还是电位, 其值与路径无关;

解: ② 当 S 闭合后 $V_b = V_e = 0\text{V}$

对于左侧电源而言, be 之间的导线把右侧支路 ($bcde$ 段) 短路

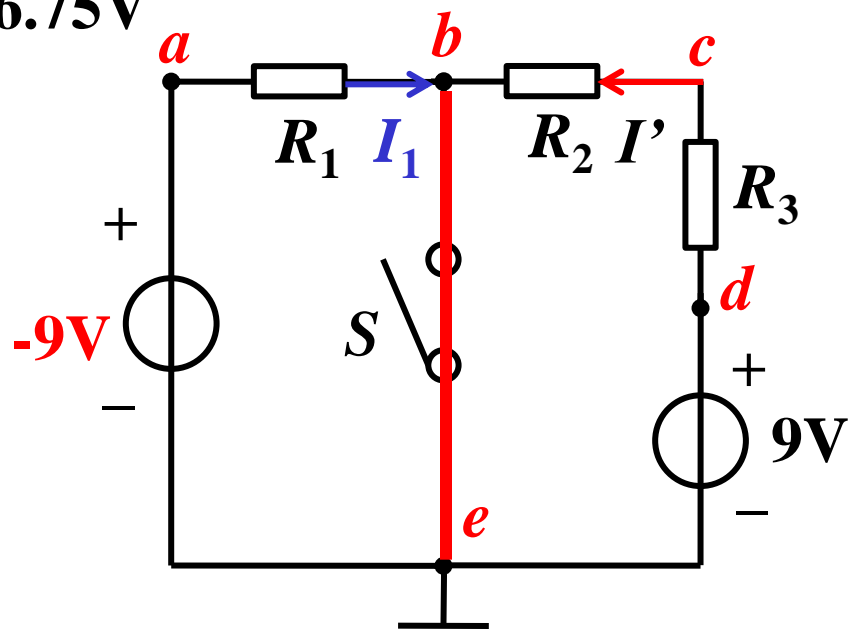
对于右侧电源而言, be 之间的导线把左侧支路 (bae 段) 短路

$$V_c = U_{ce} = U_{cd} + U_{de} = -I'R_3 + V_d = 6.75\text{V}$$

$$= U_{cb} + 0 = I'R_2 = 6.75\text{V}$$

$$I' = \frac{U_{db}}{R_2 + R_3} = \frac{V_d - V_b}{R_2 + R_3}$$

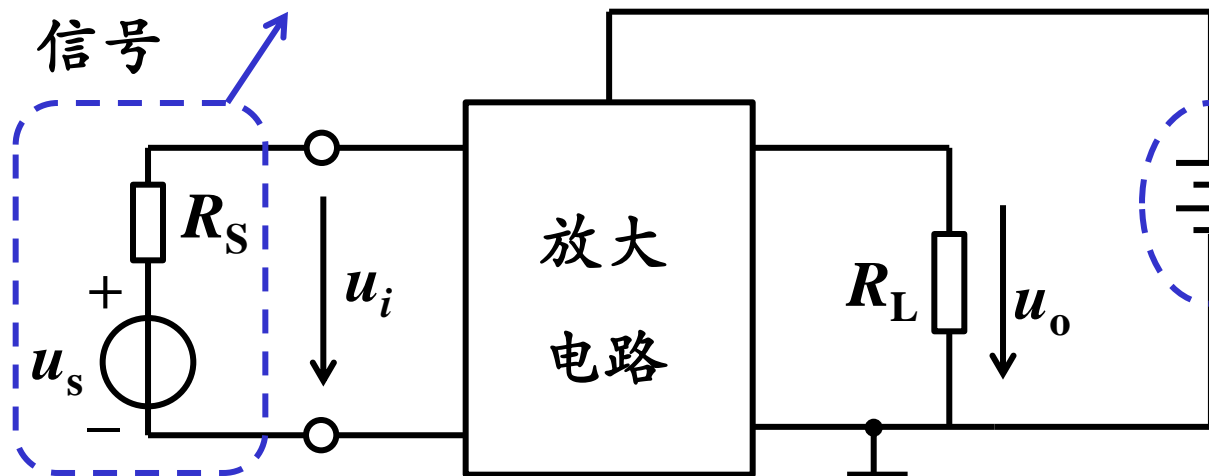
$$= \frac{9 - 0}{4\text{k}\Omega} = 2.25\text{mA}$$



为什么电路要采用简化画法? → 放大电路常用简化画法

提供微小的变化

信号



放大电路的特点:

直流电源

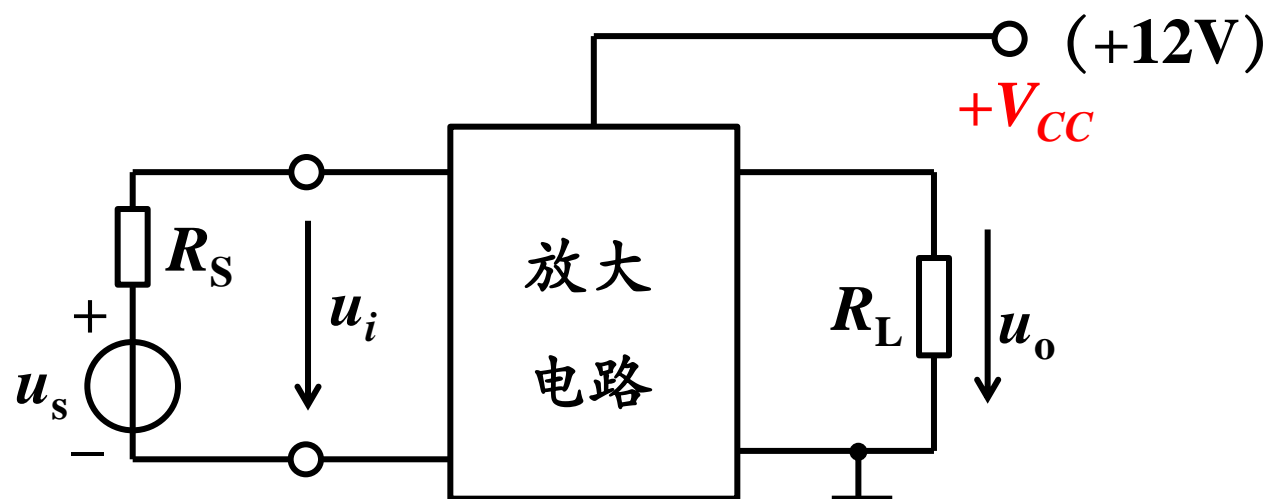
+

交流信号源

12V

为交流信号的放大提供能量来源

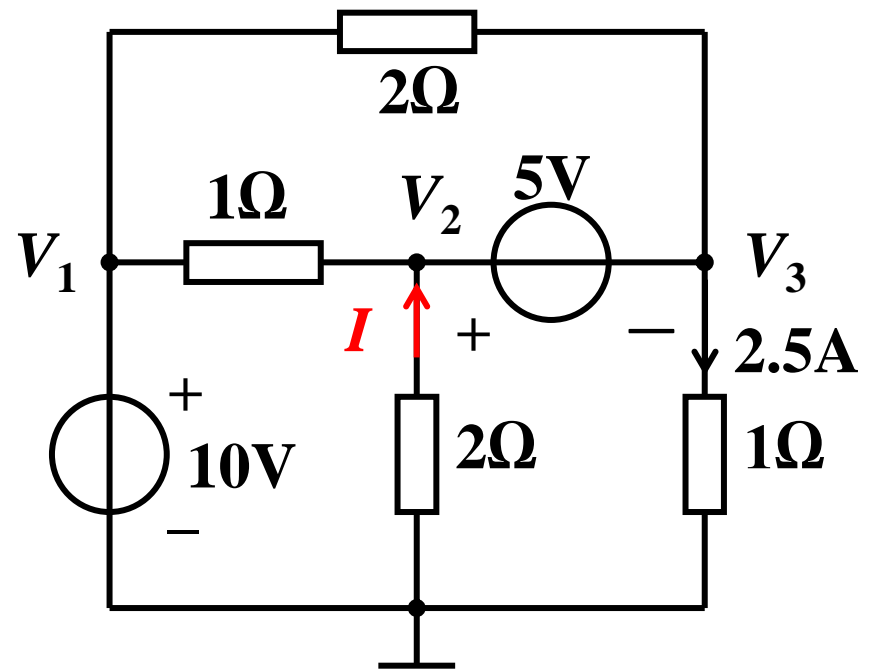
P120 图5-1 放大电路的结构框图



说明: 为了方便区分两种电源, 通常把直流电源采用电位形式的简化画法。

作业1-9 求 V_1 、 V_2 、 V_3 =?

补充问题：请问 I =?



补充题：请问断开处的 V_A =?

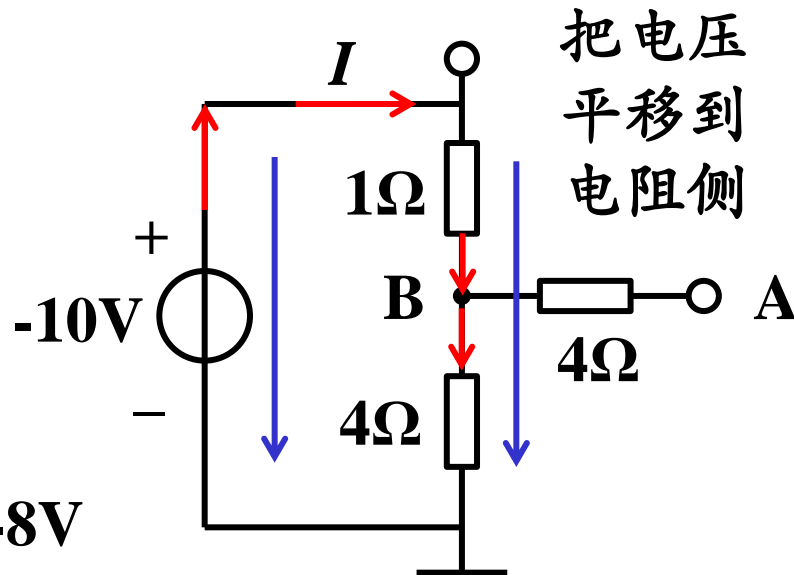
∵ A点断开

∴ 4Ω 无电流

∴ $V_A = V_B$

$$V_B = 4I$$

$$= 4 \times \frac{-10}{5} = -8V$$



把电压
平移到
电阻侧

