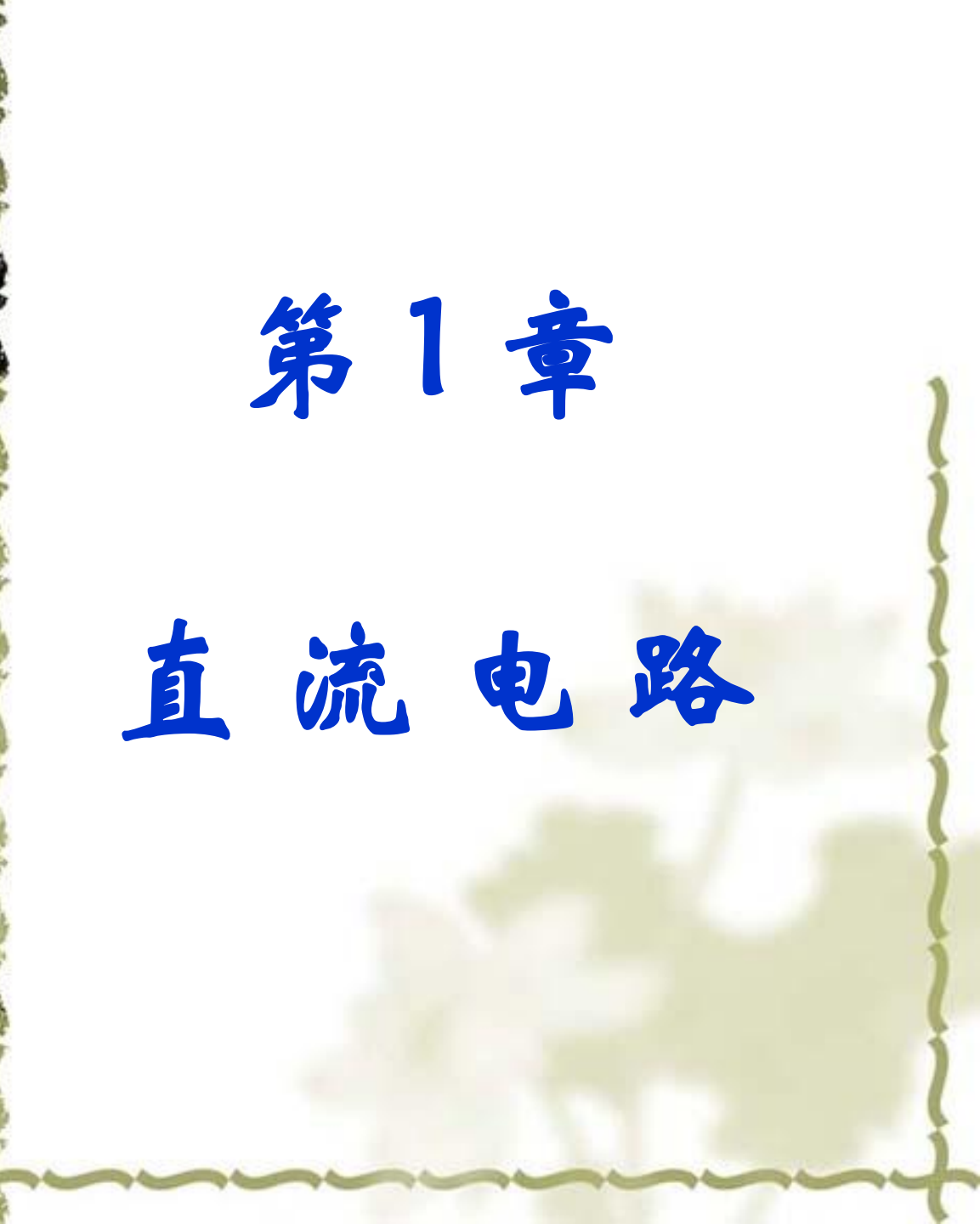




# 第1章

## 直流电路



# 第1章 直流电路

1.1 电路与电路模型

1.2 电流,电压,电位

1.3 电功率

1.4 电阻元件

1.5 电压源与电流源

1.6 基尔霍夫定律

1.7 简单的电阻电路

1.8 支路电流分析法

1.9 节点电位分析法

1.10 叠加原理

1.11 等效电源定理

1.12 含受控电源的电阻电路

电路的基本概念

电路的基本  
分析方法

# 1.2 电流、电压、电位

## 一、电流

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

2、分类

- 直流电流  $\longrightarrow$  大小和方向不会随着时间而变化  
 $\longrightarrow I$
- 交流电流  $\longrightarrow$  大小或方向会随着时间而变化  
 $\longrightarrow i$

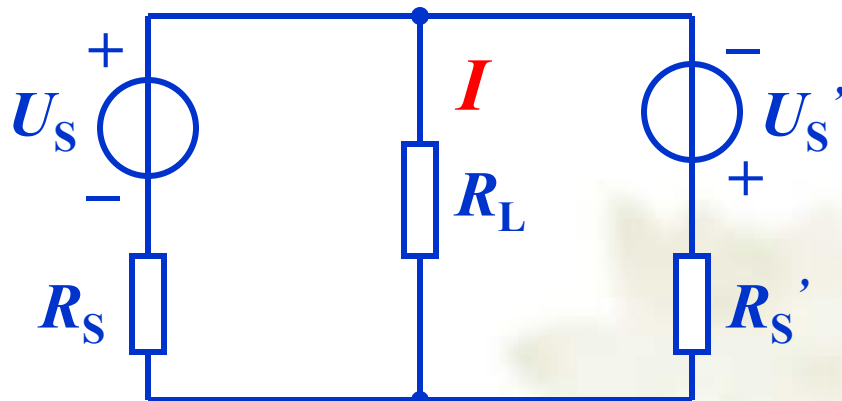
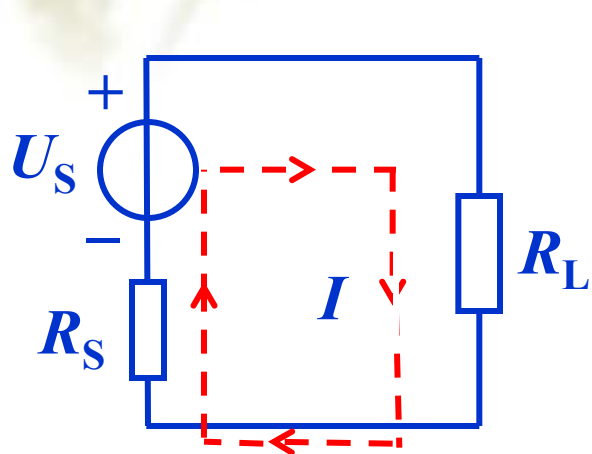
3、电流强度  $\longrightarrow$  计量电流大小的物理量  
 $\longrightarrow$  单位时间内通过导体横截面的电量

$$\text{A(安培)} \quad \longleftarrow I = \frac{Q}{t} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow \text{C (库仑)} \\ \longrightarrow \text{S (秒)} \end{array} \quad \text{交流 } i = \frac{dq}{dt}$$

# 一、电流

## 4、电流方向

(1) 实际方向  $\longrightarrow$  正电荷移动的方向



电流 $I$ 的方向?

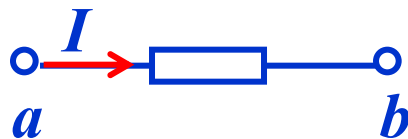
对于复杂电路，很难直接判断出电流的实际方向

(2) 参考方向（正负号表示方向）

## (2) 参考方向

标识方法:

① 箭头表示法



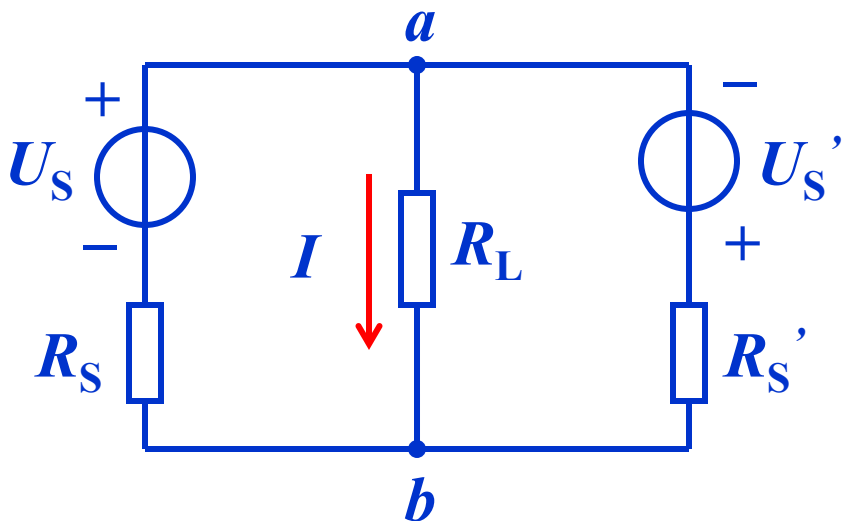
② 下标表示法

$I_{ab}$

① 若  $I > 0$ ，说明实际方向和参考方向相同；

② 若  $I < 0$ ，说明实际方向和参考方向相反；

举例：电路如下图所示，求流过负载  $R_L$  的电流的实际方向。



分析方法:

① 任意设定  $I$  的参考方向

② 分析电路 假设  $I = 3A$

③ 根据结果进行判断

注意：参考方向设定原则

人为任意设定

一旦设定就不可更改

# 1.2 电流、电压、电位

## 二 电压和电压的参考方向

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。

电压强度V(伏特)  $\leftarrow U_{ab} = \frac{W}{Q} \begin{matrix} \rightarrow J(\text{焦耳}) \\ \rightarrow C(\text{库仑}) \end{matrix}$

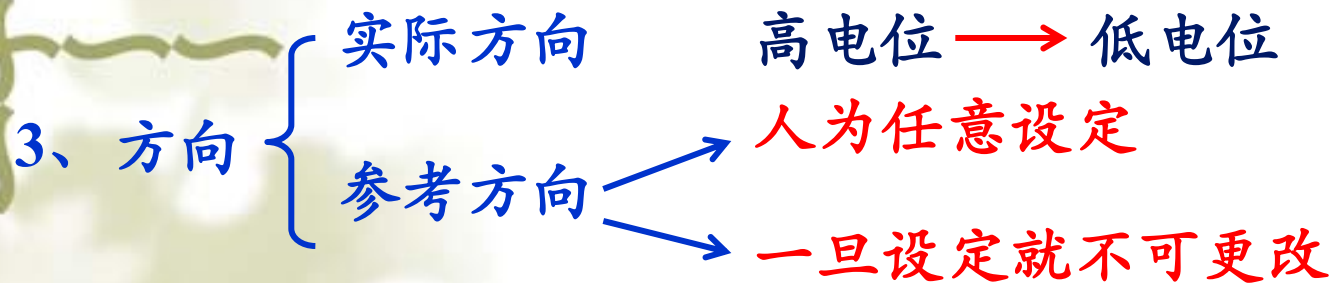
2、分类

- 直流电压  $\rightarrow$  大小和方向不会随着时间而变化  
 $\rightarrow U$
- 交流电压  $\rightarrow$  大小或方向会随着时间而变化  
 $\rightarrow u = \frac{dw}{dq}$

3、方向

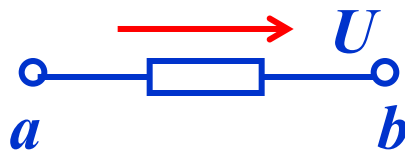
- 实际方向
- 参考方向





### 参考方向的标识方法

※ ① 箭头表示法



② 下标表示法

$U_{ab}$

③ 极性表示法

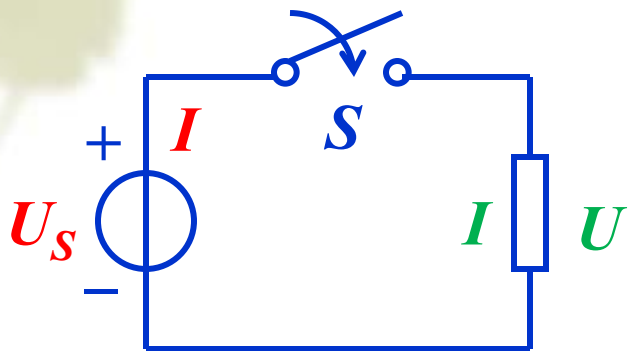


① 若  $U > 0$ ，说明实际方向和参考方向相同；

② 若  $U < 0$ ，说明实际方向和参考方向相反；

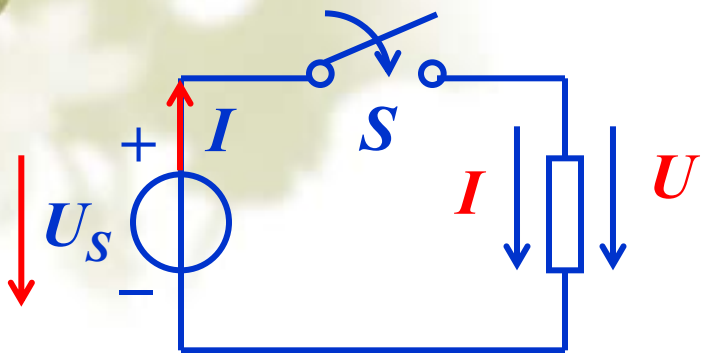
**电压分析：** 设定的参考方向，利用电路的各种分析方法对电路进行分析，可以计算得到电压  $U$  的大小，

思考：同一元件上的电压和电流参考方向怎么设定？



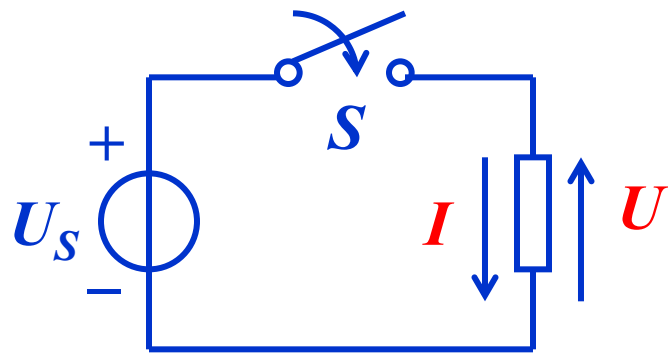


#### 4、关联参考方向 和 非关联参考方向 → 对同一个元件而言



$U$ 和 $I$ 的参考方向设置为相同

关联参考方向



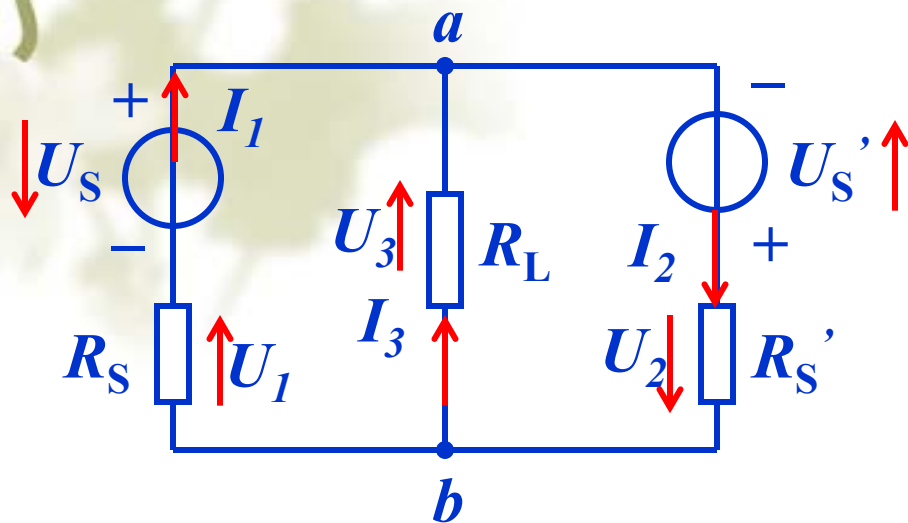
$U$ 和 $I$ 的参考方向设置为相反

非关联参考方向

设定原则：设定的参考方向尽量和实际方向一致

- 电阻元件一般建议采用关联参考方向设置；
- 电源元件一般建议采用非关联参考方向设置；

给下图所有电流电压设定参考方向



注意：同一导线上的元件  
电流都是一样的，方向只  
要设定一次

设定原则：设定的参考方向尽量和实际方向一致

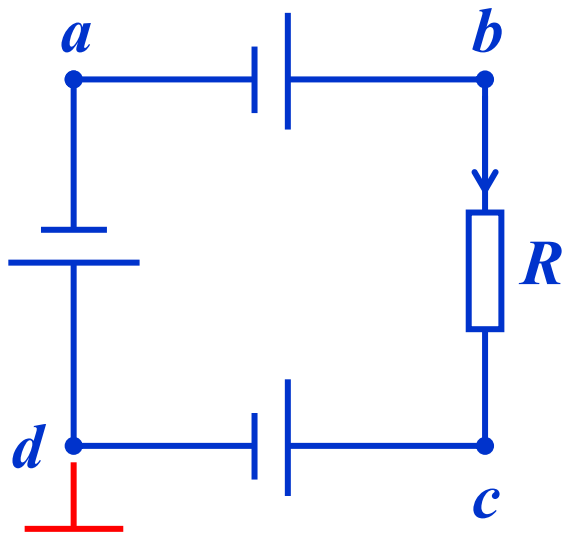
- 电阻元件一般建议采用关联参考方向设置；
- 电源元件一般建议采用非关联参考方向设置；

具体步骤：1先根据电源已标的电压/电流的方向设定电流/电压方向（非关联）2再设定跟电源串接的电阻负载元件的电压参考方向，3非串接的元件参考方向任意设定

### 三、电位

#### 1、概念

- ① 在电路中任选一点做为“**参考点**”；用图符“ $\perp$ ”表示，并规定参考点的电位为 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

## 三、电位

### 1、概念

2、电压与电位的关系  $U_{ab} = V_a - V_b$

### 3、电位计算时的注意点

① 参考点只允许设定一个，一旦设定，不可更改

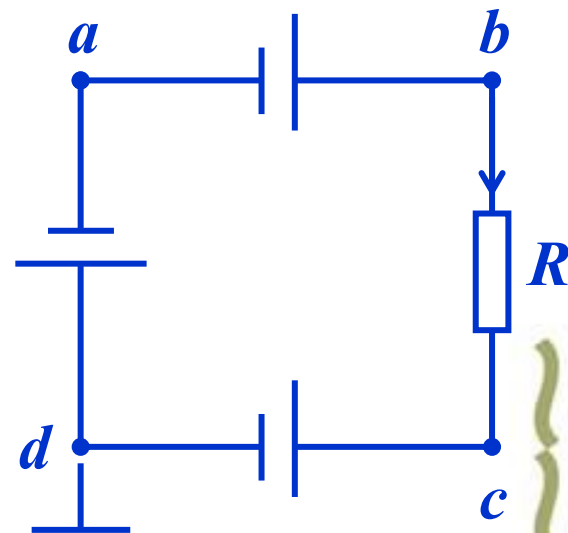
② 同一点的电位值会随着参考点的不同而发生改变；

③ 任意两点之间的电压与参考点的选择无关；

结论：电压是绝对的；而电位是相对的

④ 无论是电压还是电位，其值与路径无关；

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



## 四、欧姆定律

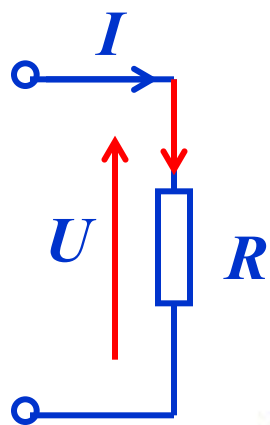
欧姆定律是分析电路的基本定律之一，它说明了流过电阻的电流和电阻两端电压之间的关系。

① 当  $U$  和  $I$  的参考方向相同时， $U=IR$

※ ② 当  $U$  和  $I$  的参考方向相反时， $U=-IR$

③ 欧姆定律仅仅适用于线性电阻电路

例1:



已知  $U = -12\text{V}$ ， $R = 8\ \Omega$ ，求  $I = ?$

∵  $U$  和  $I$  的参考方向相反

$$\therefore I = -\frac{U}{R} = -\frac{-12}{8} = 1.5\text{ A}$$

注意：两个负号的含义

例1: 求  $V_a$  ,  $V_b$  ,  $V_c$  ,  $V_d$  和  $R$

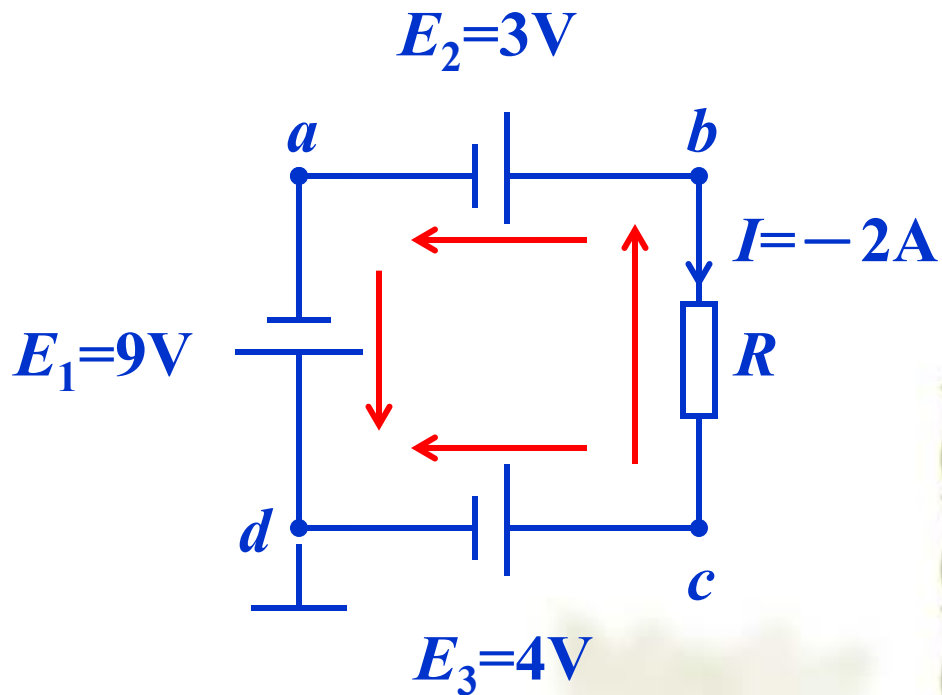
$\because d$  为参考点  $\therefore V_d = 0V$

$$V_a = U_{ad} = -E_1 = -9V$$

$$\begin{aligned} V_b &= U_{bd} = U_{ba} + U_{ad} \\ &= E_2 + (-E_1) = -6V \end{aligned}$$

$$V_c = U_{cd} = E_3 = 4V$$

$$R = \frac{U_{bc}}{I} = \frac{V_b - V_c}{I} = 5\Omega = -\frac{U_{cb}}{I}$$





例2: 已知  $R_1=2\text{k}\Omega$  ,  $R_2=3\text{k}\Omega$  ,  $R_3=1\text{k}\Omega$

求 ① 当  $S$  打开时,  $V_b$  和  $V_c=?$

② 当  $S$  闭合后,  $V_b$  和  $V_c=?$

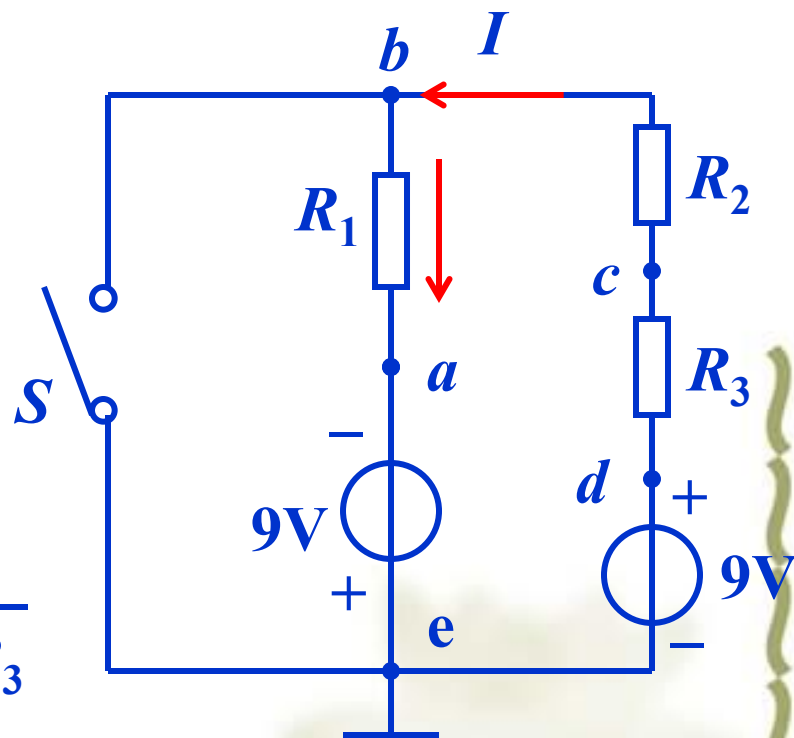
解:  $V_b = U_{be}$        $V_c = U_{ce}$

① 当  $S$  打开时

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

$$\begin{aligned} V_b = U_{be} &= U_{ba} + V_a = I R_1 + V_a = -3\text{V} \\ &= U_{bd} + V_d = -I (R_2 + R_3) + V_d = -3\text{V} \end{aligned}$$

$$V_c = U_{ce} = U_{cd} + V_d = -I R_3 + V_d = 6\text{V}$$



例2: 已知  $R_1=2\text{k}\Omega$ ,  $R_2=3\text{k}\Omega$ ,  $R_3=1\text{k}\Omega$

求 ① 当  $S$  打开时,  $V_b$  和  $V_c=?$

② 当  $S$  闭合后,  $V_b$  和  $V_c=?$

解:  $V_b = U_{be}$        $V_c = U_{ce}$

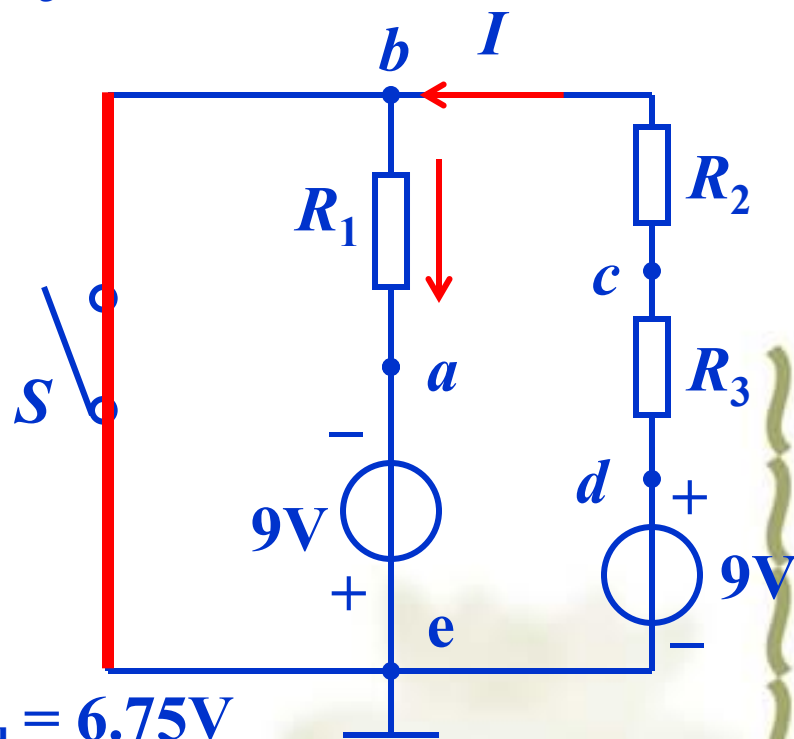
② 当  $S$  闭合后

$$V_b = V_e = 0 \text{ V}$$

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

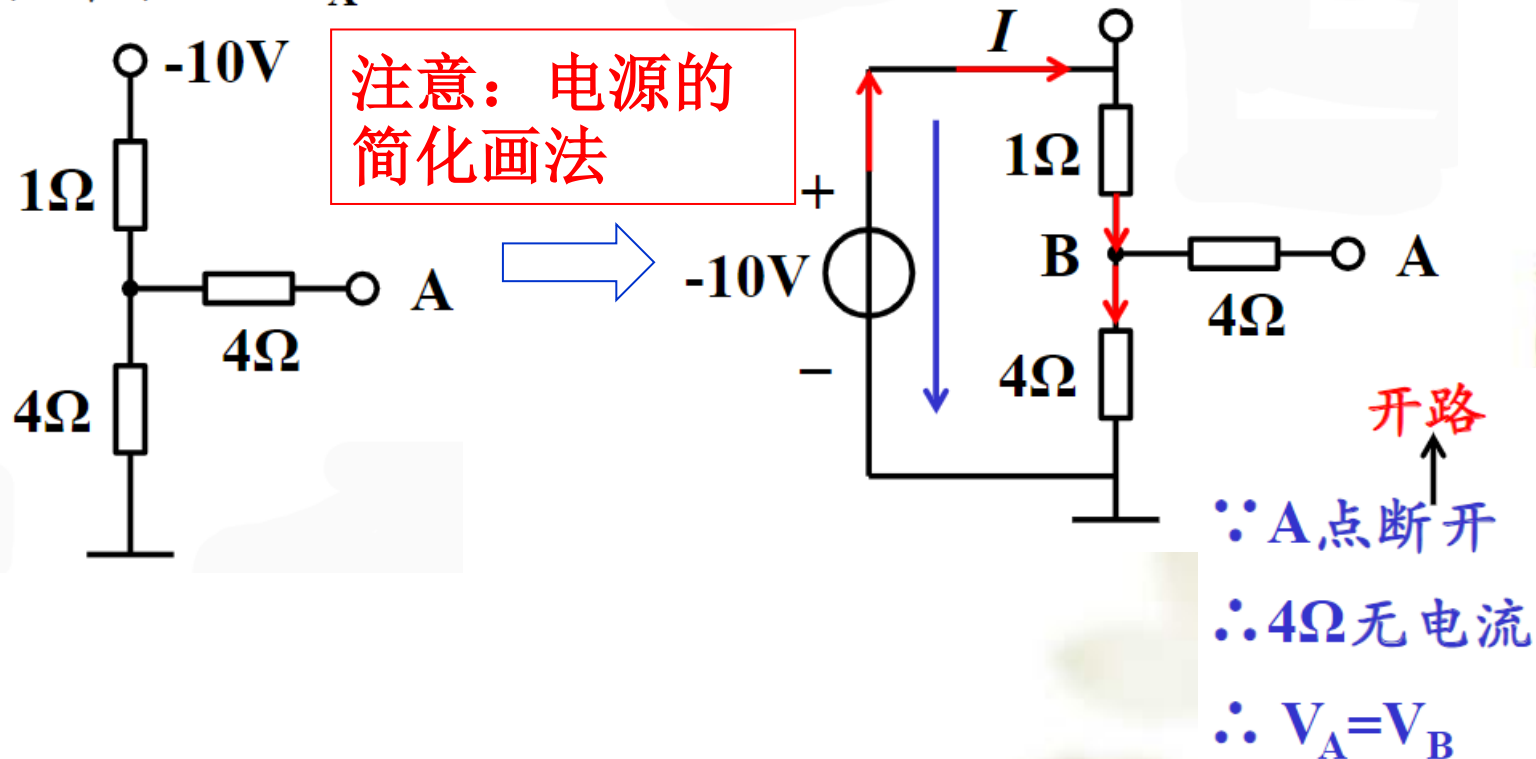
$$= U_{cb} + 0 = I R_2 = 6.75 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_{db}}{R_2 + R_3} = \frac{V_d - V_b}{R_2 + R_3} = \frac{9 - 0}{4 \text{ k}\Omega} = 2.25 \text{ mA}$$



※ 结论: 无论是电压还是电位, 其值与路径无关;

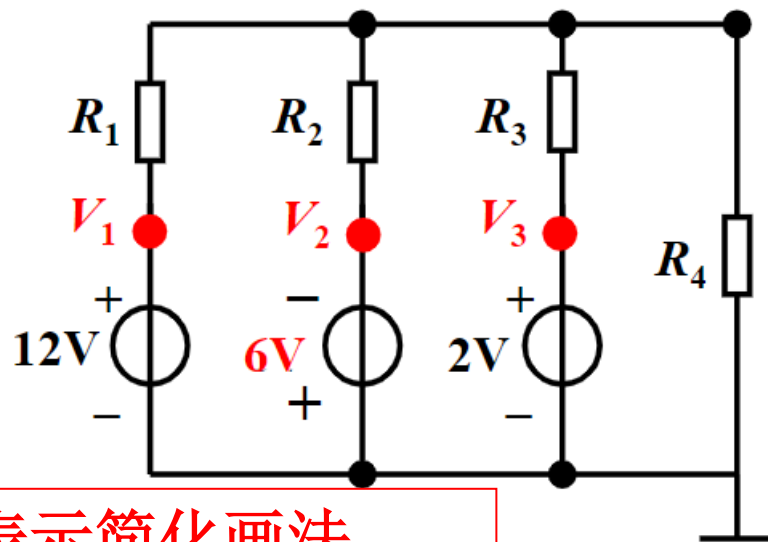
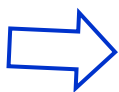
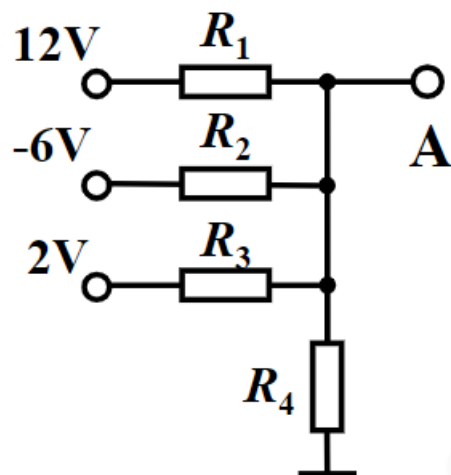
例3：求断开处的 $V_A$ =?



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

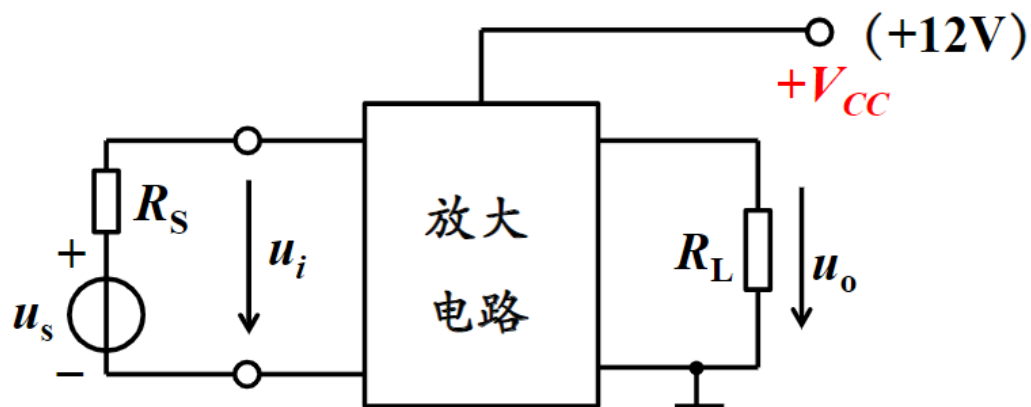
例4：请画出该电路的完整电路图。

后续应用：  
作为同相  
加法电路  
的输入端



注意：电路断线处有标电压值的表示简化画法

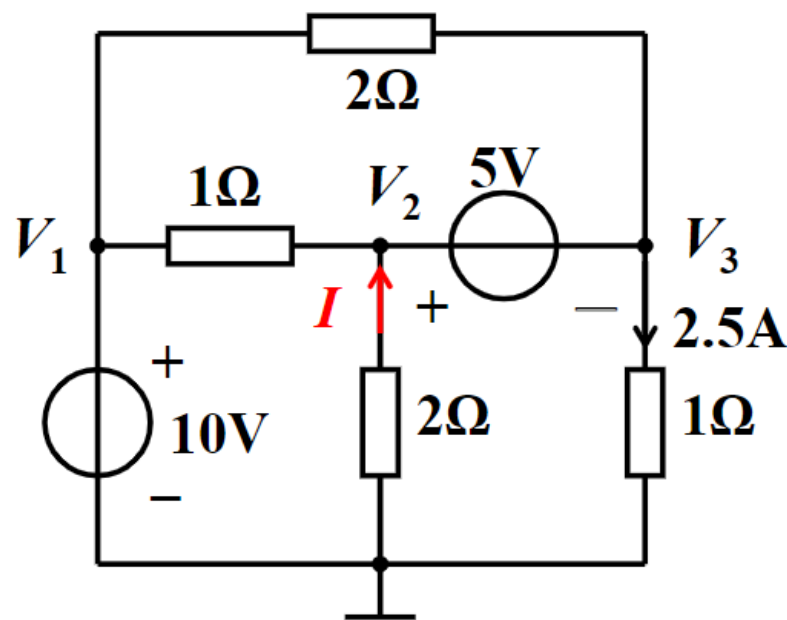
说明：为了方便区分，通常把直流电源采用电位形式的简化画法。



P120 图5-1 放大电路的结构框图

作业1-9 求  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  = ?

补充问题：请问  $I$  = ?



# 第1章 直流电路

1.1 电路与电路模型

1.2 电流,电压,电位

1.3 电功率

1.4 电阻元件

1.5 电压源与电流源

1.6 基尔霍夫定律

1.7 简单的电阻电路

1.8 支路电流分析法

1.9 节点电位分析法

1.10 叠加原理

1.11 等效电源定理

1.12 含受控电源的电阻电路

电路的基本概念

电路的基本  
分析方法