

电工基

单元一 **基础** 电路基本知识

学习任务： 电流及参考方向
； 电位、电压及参考方向
电阻与电导；

适用年级 / 专业 / 班级： 19 机电一体化技术 1、2、3 班；
19 工业机器人技术 1、2 班；
19 医疗器械维护与管理班；
2 学时

任课教师：姚贵发

学习成果 1：设计一个简单的电路，描述该电路的三种状态。有文字说明。

成果形式：电路图，有标注

考核方法：内容正确完整，符合设计目标要求 / 得
实平台提交

本次课学习重点与难点：

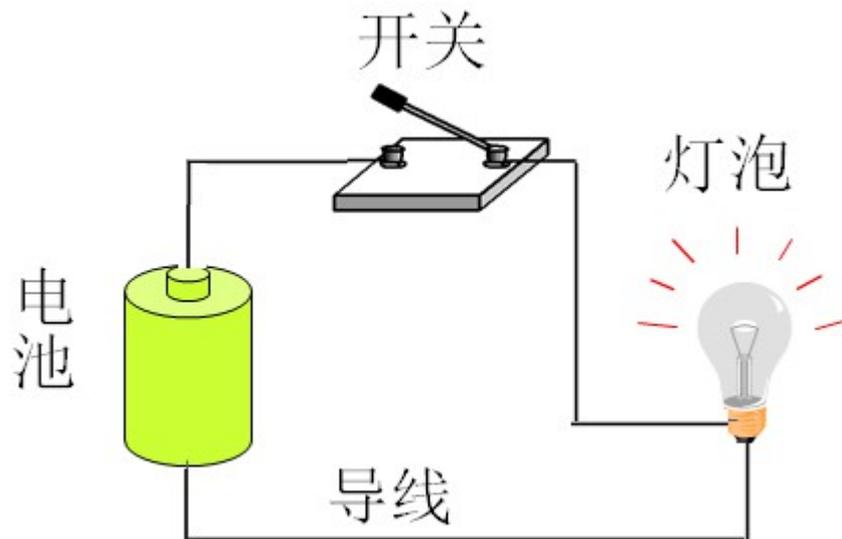
重点：电流、电阻、电压；

难点：电位、电导；

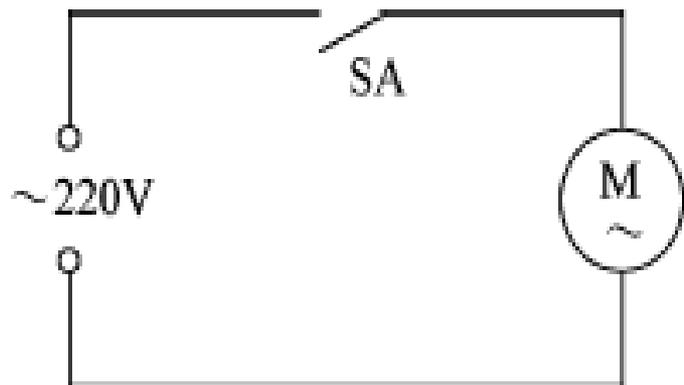
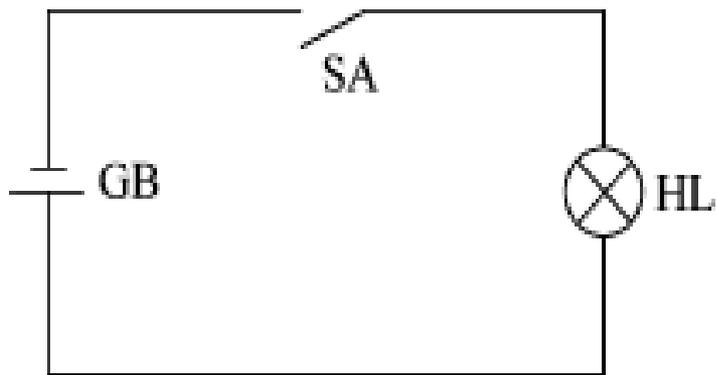


一、教学回顾

1. 电路的组成及功能

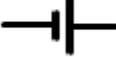


2. 电路图



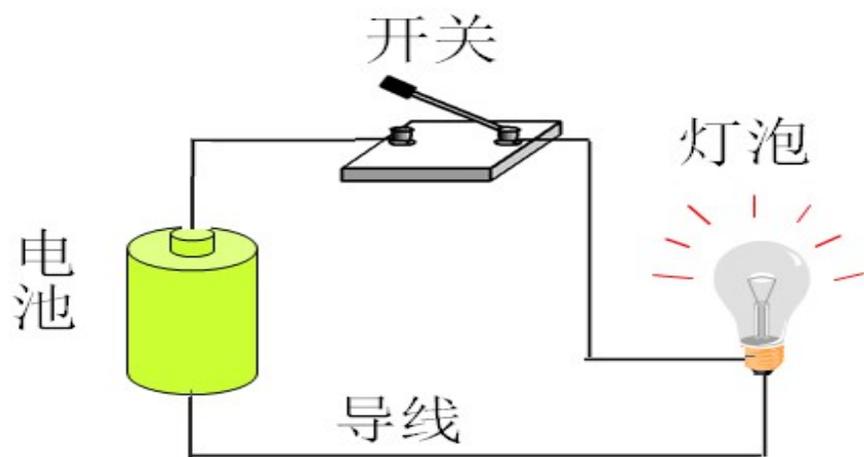
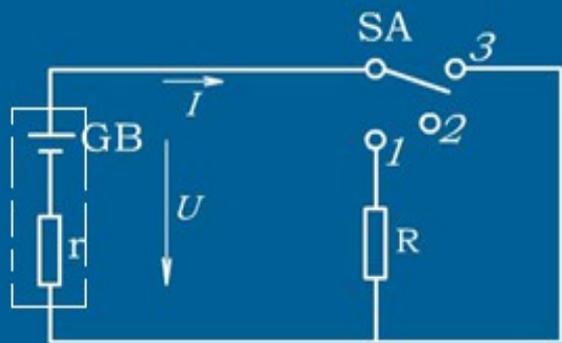
3. 电路原理图常用图形符号

表1-1 部分电工图形符号(摘自GB4728-85)

图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	名称
	开关		电阻器		接机壳
	电池		电位器		接地
	发电机		电容器		端子
	线圈		电流表		连接导线
	铁心线圈		电压表		不连接导线
					



4、电路的三种运行状态

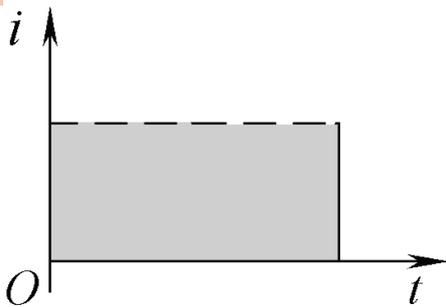


二、讲授新课内容

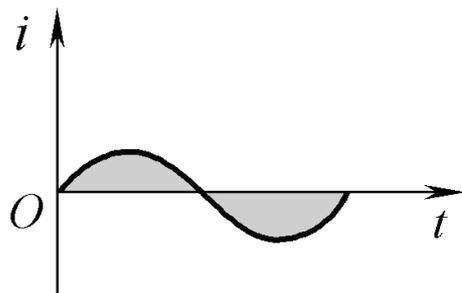
(一) 电流

1. 电流的形成

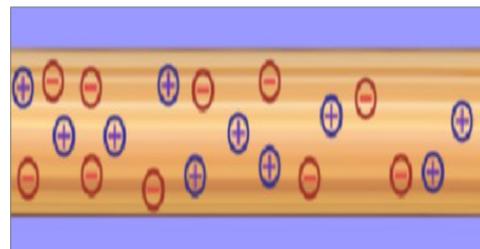
带电粒子（电子、离子）定向移动形成电流。习惯上规定**正电荷**移动的方向为电流的方向，因此电流的方向实际上与电子移动的方向相反。



a) 恒定电流

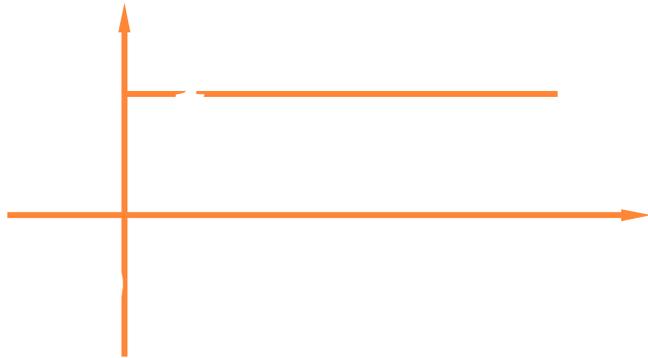


b) 交变电流

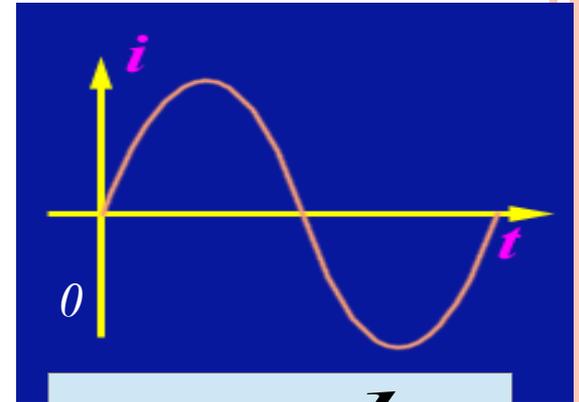


2. 电流的大小

在单位时间内，通过导体横截面的电荷量越多，就表示流过该导体的电流越强。若在 t 时间内通过导体横截面的电荷量是 Q ，则电流 I 可用下式表示：



$$I = \frac{Q}{t}$$



$$i = \frac{dq}{dt}$$

电流单位：

A (安、安培) $1\text{KA}=10^3\text{A}$; $1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}=10^9\text{nA}$

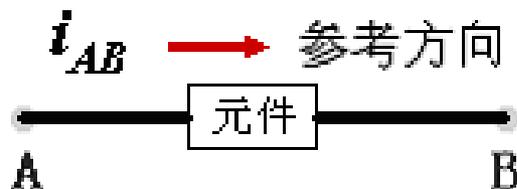
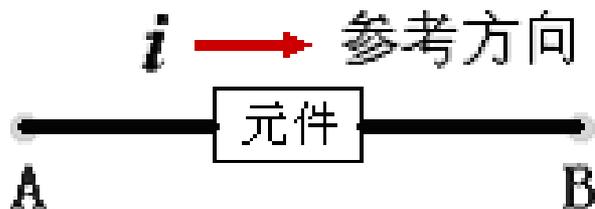


3. 电流的方向

3.1 电流的参考方向

电流参考方向的表示方法如图所示：

- 1) 用实线箭头表示：箭头的指向为电流的参考方向。
- 2) 用双下标表示：如 i_{AB} ，电流的参考方向由 A 指向 B。



电流参考方向的表示

这时，代数量可以表示电流

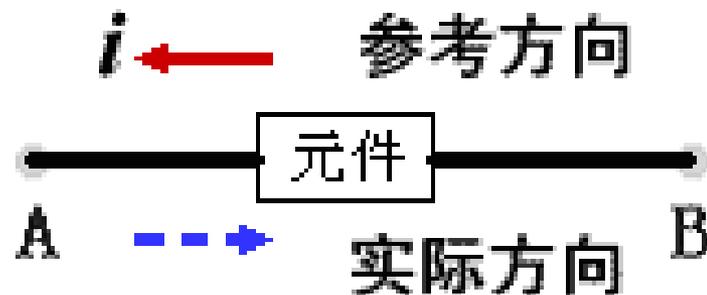
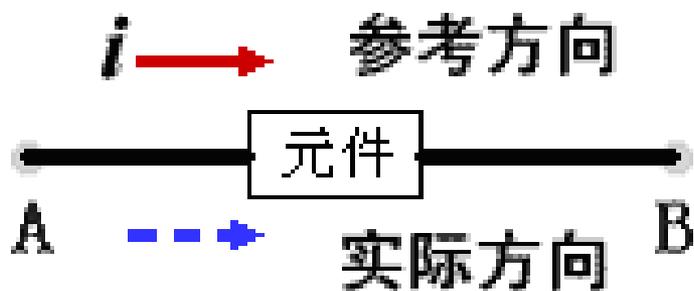
大小 (绝对值)

方向 (正、负号)



3.2 参考方向和电流实际方向的关系

- 实际方向与参考方向一致时，电流值为正，大于零；
实际方向与参考方向相反时，电流值为负，小于零。如下图所示。
- 引入参考方向的目的在于，可以用代数量说明电流的大小和方向，代数值的绝对值表示电流的大小，正值和负值可以判定电流的实际方向。不设定参考方向而谈电流的正负是没有意义的。



参考方向和电流实际方向的关系



例 各电流的参考方向已设定。 已知 $I_1 = 10\text{A}$, $I_2 = -2\text{A}$, $I_3 = 8\text{A}$ 。 试确定 I_1 、 I_2 、 I_3 的实际方向。

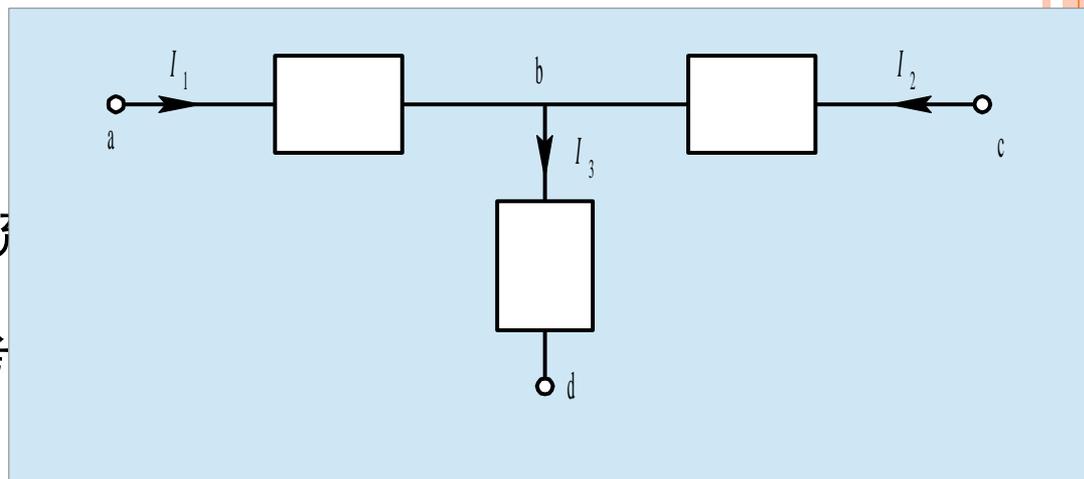
解： 由题设可知

$I_1 > 0$ ，故 I_1 的实际方向与参考方向相同， I_1 由 a 点流向 b 点。

$I_2 < 0$ ，故 I_2 的实际方向与参考方向相反，

I_2 由 b 点流向 c 点。
 $I_3 > 0$ ，故 I_3 的实际方向与参考方向相同，

I_3 由 b 点流向 d 点。



在分析和计算较为复杂的直流电路时，可先任意假定电流的参考方向，然后根据电流的参考方向列方程求解。

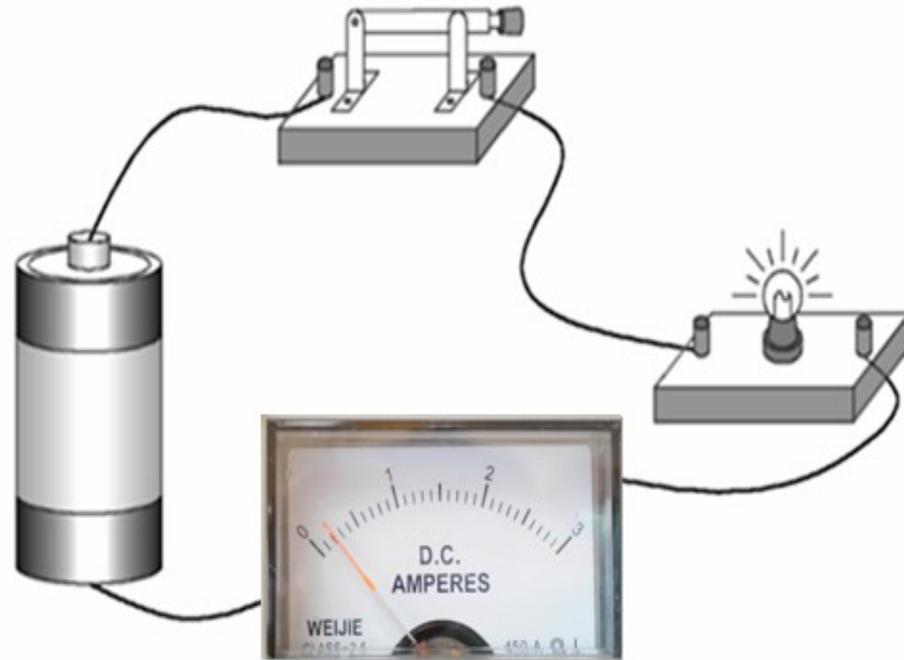
- 如果计算结果 $I > 0$ ，表明电流的实际方向与参考方向相同；
- 如果计算结果 $I < 0$ ，表明电流的实际方向与参考方向相反。



4. 电流的测量

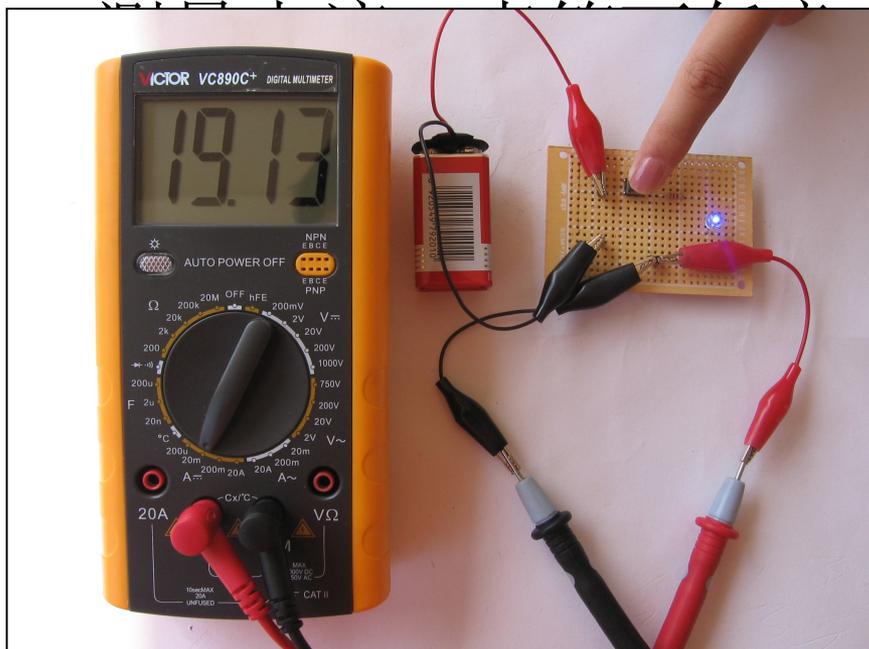
4.1 每个电流表都有一定的测量范围，称为电流表的量程。因此，在测量之前应先估计被测电流大小，以便选择适当量程。

4.2 电流表的等效电阻很小，可视为短路，所以电流表必须串接到被

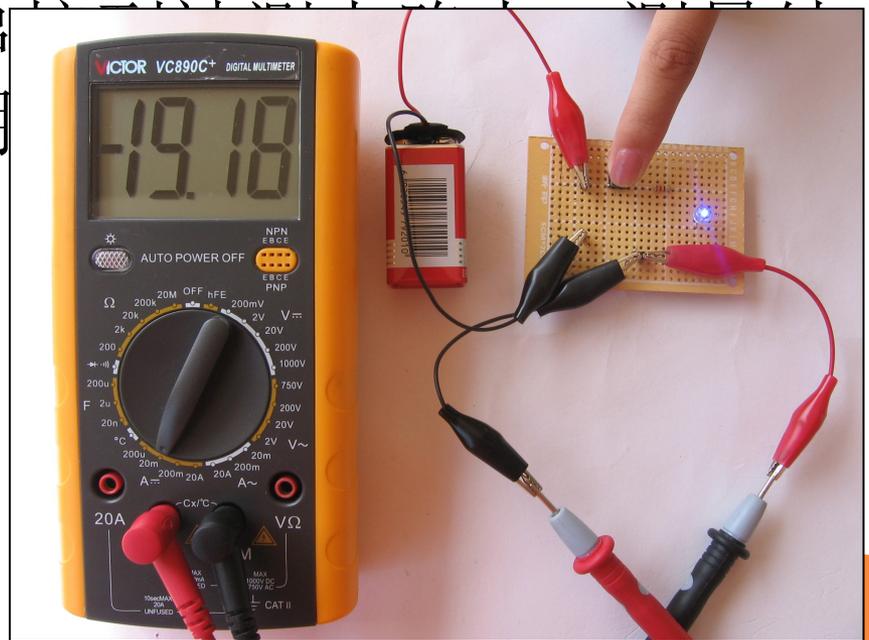


4.3 指针式直流电流表接线柱上标明有“+”、“-”记号，接线时应和电路的极性相一致，即电流由“+”端流入、“-”端流出，否则，指针反转可能会损坏电流表。

4.4 电子技术中，常用数字万用表（直流电流挡）



a) 读数为正值



b) 读数为负值

5. 电流的密度

电流密度就是当电流在导体的横截面上均匀分布时，该电流与导体横截面积的比值，以字母 J 表示

$$J = \frac{I}{S}$$

电流密度的单位是安培 / 平方毫米

(A/mm²)

举例：

某照明电路中需要通过 21A 的电流，问应采用多粗的铜导线？（设铜导线的允许电流密度为 6A/mm²）

解：
：

$$S = \frac{I}{J} = \frac{21}{6} = 3.5\text{mm}^2$$



(二) 电压、电位

1. 电压的定义

将单位正电荷从电路中一点移至电路中另一点电场力所做的功，用数学式可表达为：

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

1.1 对于交流电路则为：

大小和方向都随时间变化的电压称为交流电压，用小写字母 u 表示

1.2 对于直流电路则为：

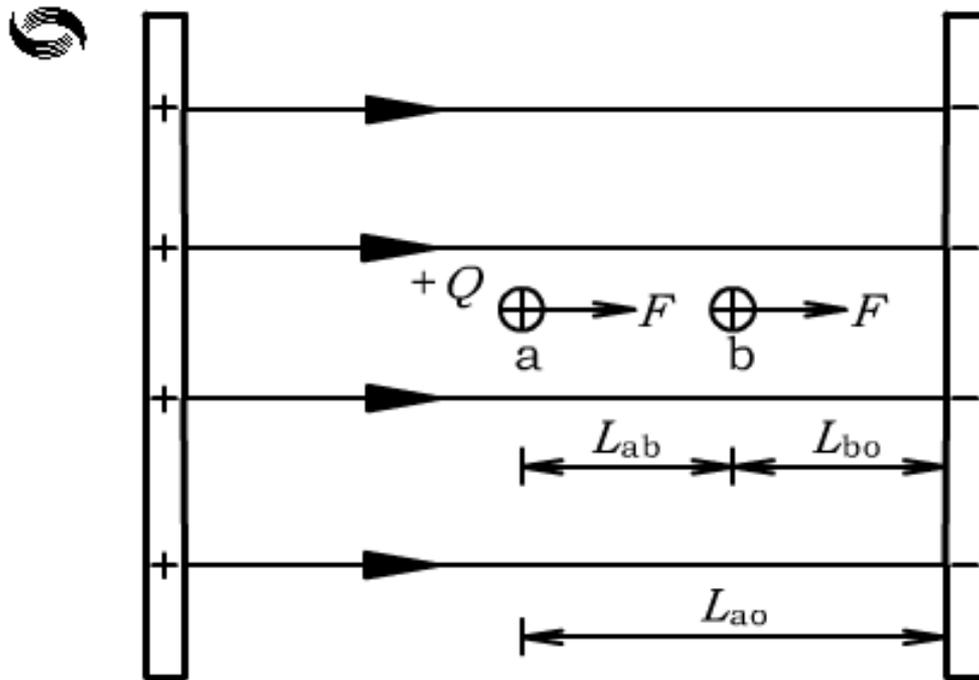
$$U_{ab} = \frac{W_a - W_b}{q}$$

大小和方向都不随时间变化的电压称为直流电压，用大写字母 U 表示

电压单位：V(伏) (Volt, 伏特)

1KV=103V ; 1V=103mV

电场力把单位正电荷从电场中 a 点移动到 b 点所做的功称为 a、b 两点的电压，用 U_{ab} 表示。



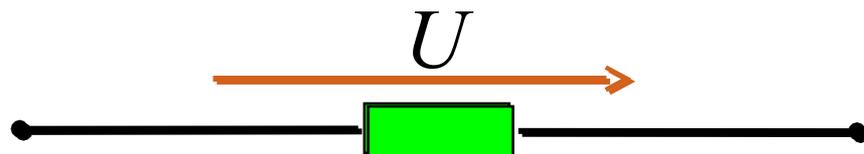
$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q}$$



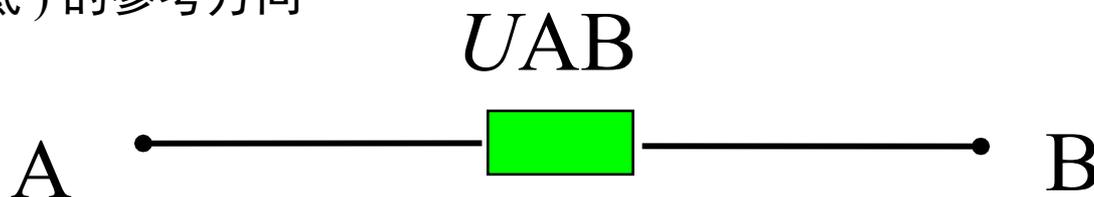
2. 电压的方向

2.1 电压参考方向表示法

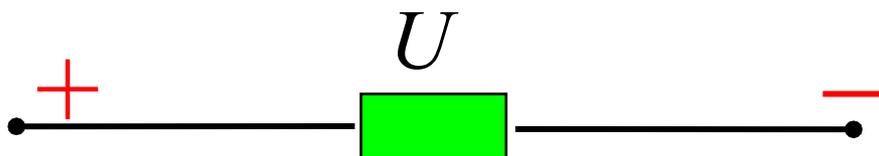
(1) 用实箭头表示：箭头指向为电压（降）的参考方向



(2) 用双下标表示：如 U_{AB} ，由 A 指向 B 的方向为电压（降低）的参考方向



(3) 用正负极性表示：由正极指向负极的方向为电压（降低）的参考方向



电压的参考方向与电流的参考方向类似，当计算的结果为正值（ $U>0$ ），说明电压的实际方向与参考方向一致；结果为负值（ $U<0$ ），说明电压的实际方向与参考方向相反。



a) 关联参考方向

b) 非关联参考方向



3. 电位

确定电路中某一点为参考点，则电路中任一点与参考点之间的电压称为该点的电位。

参考点的电位等于零。参考点又称为零电位点。高于参考点的电位是正电位。低于参考点的电位是负电位。如果设电路中参考点的电位为零，则电路中某点 a 的电位可表示为

$$V_a = U_{a0}$$

如果已知 a、b 两点的电位各为 V_a 、 V_b ，则此两点间的电压等于这两点的电位的差，即

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

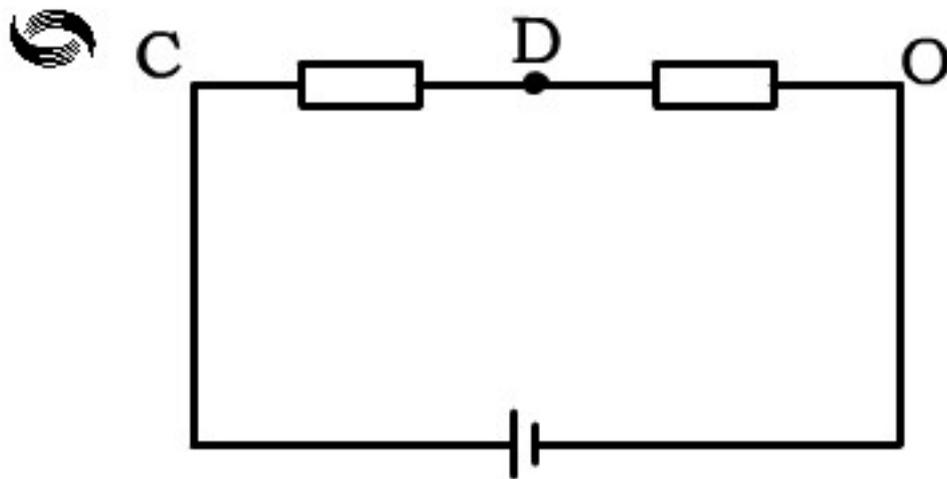
电位单位：V(伏) (Volt, 伏特)



4. 电压与电位的关系

举
例：

在图中，已知 $U_{CO}=3V$ ， $U_{CD}=2V$ 。试分别以 D 点和 O 点为参考点，求各点的电位及 D、O 两点的电压 U_{DO} 。



(1) 以 D 点为参考点, 即 $\varphi_D=0V$

解: 因为 $U_{CD} = \varphi_C - \varphi_D$

所以 $\varphi_C = U_{CD} + \varphi_D = 2 + 0 = 2V$

又因为 $U_{CO} = \varphi_C - \varphi_O$

$$\varphi_O = \varphi_C - U_{CO} = 2 - 3 = -1V$$

所以 $U_{DO} = \varphi_D - \varphi_O = 0 - (-1) = 1V$

(2) 以 O 点为参考点, 即 $\varphi_O=0V$

因为 $U_{CO} = \varphi_C - \varphi_O$

所以 $\varphi_C = U_{CO} + \varphi_O = 3V$

因为 $U_{CD} = \varphi_C - \varphi_D$

$$\varphi_D = \varphi_C - U_{CD} = 3 - 2 = 1V$$

所以

$$U_{DO} = \varphi_D - \varphi_O = 1 - 0 = 1V$$



结论一：参考点改变，各点的电位随之改变，即各点的电位与参考点的选择有关。

结论二：不管参考点如何变化，两点间的电压（电位差）是不变的，即电位差与参考点的选择无关。

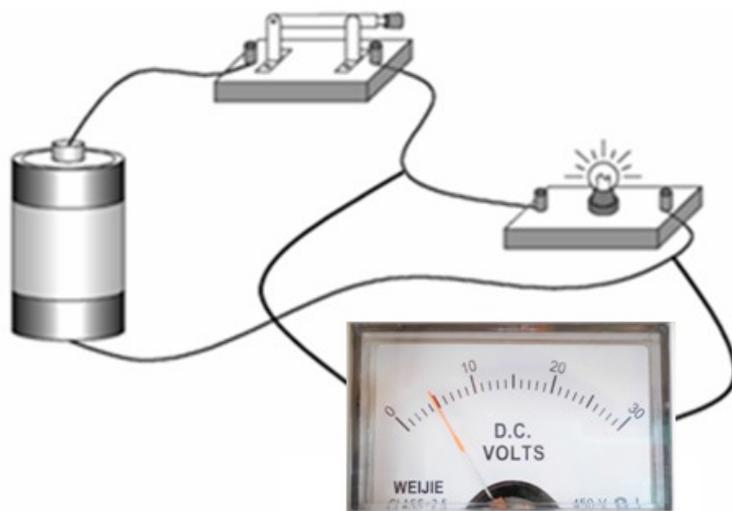
电路中，参考点可以任意选定。在电力工程中，常取大地为参考点。因此，凡是外壳接大地的电气设备，其外壳都是零电位；有些不接大地的设备，在分析其工作原理时，常常选用许多元件汇集的公共点作为零电位点，即参考点，并在电路图中用符号“”表示；接大地则用符号“”表示，以示区别。



5. 电压的测量

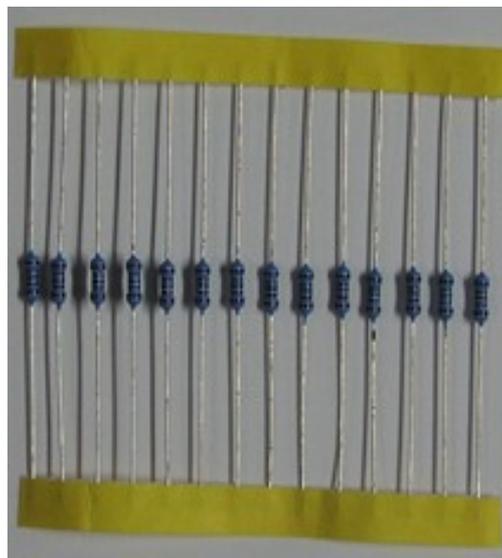
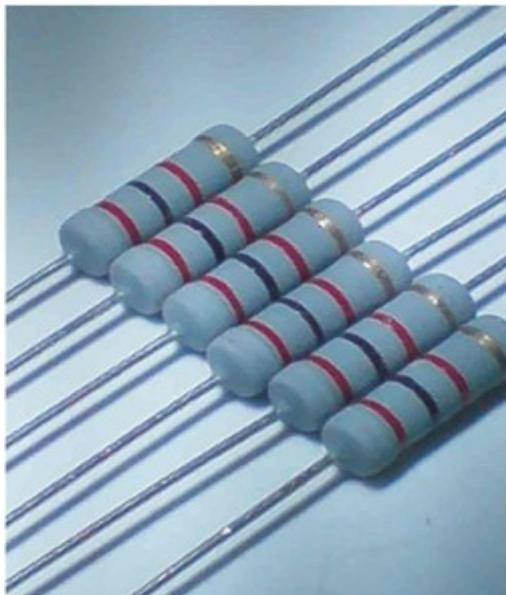
(1) 每个电压表都有一定的测量范围，称为电压表的量程。因此，在测量之前应先估计被测电压大小，以便选择适当量程。

(2) 电压表的等效电阻很大，可视为开路，所以电压表必须并接到被测电路中。



(三) 电阻与电导

常见的几种电阻



1. 电阻的概念

1.1 电阻是反映导体对电流起阻碍作用大小的一个物理量。

1.2 电阻用字母 R 表示。

1.3 电阻的单位名称是欧姆，简称欧，用符号 Ω 表

示。导体的电阻是客观存在的，它不随导体两端电压大小变化。

2. 电阻的定律

电阻定律：导体的电阻跟导体的长度成正比，跟导体的横截面积成反比，并与导体的材料有关。

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ 是与导体材料性质有关的物理量，称为电阻率或电阻系数，单位是欧·米（ $\Omega \cdot \text{m}$ ）。

3. 电阻与温度的关系

我们把温度升高 1°C 时，电阻所产生的变动值与原电阻的比值，称为电阻温度系数，用字母 α 表示，单位是 $1/^{\circ}\text{C}$ 。

如果在温度 t_1 时，导体的电阻为 R_1 ；在温度 t_2 时，导体的电阻为 R_2 ，那么电阻温度系数是：

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$$

一般的金属材料，温度升高后，导体的电阻增加；而碳的电阻随温度升高反而减小。



4. 电导

我们把电阻的倒数叫做电导。电导用符号 G 表示，即

$$G = \frac{1}{R}$$

电导的单位名称是西门子，简称西，用符号 S 表示。

电导越大表示导体的导电性能越好。



导体：导电能力强的材料称为导体。

绝缘体：导电能力很差的材料称为绝缘体。

半导体：导电能力介于导体和绝缘体之间的材料称为半导体。

超导体：在温度接近绝对零度（即 -273.15K ）时，电阻值为零的材料称为超导体。



三、本次课小结

1. 讲解了电路的形成、电流的大小、电流的参考方向及电流的测量；
2. 讲解了电压的定义、电压的方向、电压与电位的关系及电压的测量；
3. 讲解了电阻的概念、电阻的定律、电阻与温度的关系和电导的有关知识；
4. 本次课的内容逐步向电学的深度和广度去发展，知识结构有些抽象，需要认真理解，认真听课；
5. 在内容讲解过程中缺乏实验作支撑，有实验课堂效果更好；
6. 通过使用不同的教学方法和教学内容排序的科学设置，学生学起来觉得比较轻松，能学到知识；
7. 本课程的特点是专业理论为主，在内容讲解上多配一些图片，分析要透彻，深入浅出，多一些互动环节，使教学变得生动有趣。



四、布置作业

1. 在测量线路中的电流、电压有哪些方法？

测量过程中要注意哪些问题？

2. 直流和交流分别在哪些场合得到具体的应用？

**谢谢观看
!**

