

电学基础概念

模块一 电流 电压

电流：

(1) 电流强度的定义

同样的灯泡在不同的电路中有亮有暗，说明电流是有大小的。我们定义电流的大小用电流强度来表示，简称电流，用符号 I 表示。生活中我们有这样的经验，打开水龙头，若单位时间内放出的水多（即单位时间流过水管横截面积的水量多），那么就说水流很大，同样我们也可以这样来定义电流的强度，即单位时间内流过导体横截面积的电荷量为电流强度。

(2) 电流强度的计算式为 $I = \frac{Q}{t}$ ， Q 为时间 t 内流过导体的电荷量。

(3) 电流强度的单位

电流的单位是安培，简称安，符号是 A。其实安培是一个很大的单位，通常我们用的电流都很小，所以经常还用到毫安 (mA)、微安 (μA) 等单位。其换算关系如下： $1\text{A}=1000\text{mA}$ ， $1\text{mA}=1000\mu\text{A}$

注意正确理解电流强度、电荷量、时间三者的关系：

①在通电时间一定的情况下：通过导体横截面积的电荷量越多，电流就越大；电流越大，通过导体横截面积的电荷量也越多。

②在通过电荷量一定的情况下：通电时间越短，电流越大；电流越大，通电时间越短。

③在电流一定情况下：通过的电荷量越多，所用时间越长；所用时间越长，通过的电荷量就越多。

电压：

(4) 电压用字母 U 表示。电压的国际单位是伏特 (V)，常用的还有千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV)， $1\text{kV}=10^3\text{V}$ ， $1\text{V}=10^3\text{mV}$ ， $1\text{mV}=10^3\mu\text{V}$ 。电压是电源提供的，不同的电源所提供的电压不同，一节干电池电压为 1.5V，一节铅蓄电池电压为 2V，照明电路正常电压为 220V。

(5) 人体安全电压

电击对人体的危害程度，主要取决于通过人体电流的大小和通电时间长短。电流强度越大，致命危险越大；持续时间越长，死亡的可能性越大。能引起人感觉到的最小电流值称为感知电流，交流为 1mA，直流为 5mA；人触电后能自己摆脱的最大电流称为摆脱电流，交流为 10mA，直流为 50mA；在较短的时间内危及生命的电流称为致命电流，如 100mA 的电流通过人体 1s，可足以使人致命，因此致命电流为 50mA。

人体对电流的反映：

8~10mA：手摆脱电极已感到困难，有剧痛感（手指关节）。

20~25mA：手迅速麻痹，不能自动摆脱电极，呼吸困难。

50~80mA：呼吸困难，心房开始震颤。

90~100mA：呼吸麻痹，三秒钟后心脏开始麻痹，停止跳动。



根据欧姆定律 ($I = \frac{U}{R}$) 可以得知流经人体电流的大小与外加电压和人体电阻有关。人体电阻除人的自身电阻外, 还应附加上人体以外的衣服、鞋、裤等电阻, 虽然人体电阻一般可达 $5000\ \Omega$, 但是, 影响人体电阻的因素很多, 如皮肤潮湿出汗、带有导电性粉尘、加大与带电体的接触面积和压力以及衣服、鞋、袜的潮湿油污等情况, 均能使人体电阻降低, 所以通常流经人体电流的大小是无法事先计算出来的。因此, 为确定安全条件, 往往不采用安全电流, 而是采用安全电压来进行估算: 一般情况下, 也就是干燥而触电危险性较大的环境下, 安全电压规定为 36V , 对于潮湿而触电危险性较大的环境 (如金属容器、管道内施焊检修), 安全电压规定为 12V , 也叫绝对安全电压。这样, 触电时通过人体的电流, 可被限制在较小范围内, 可在一定的程度上保障人身安全。

模块二 电路识别与设计

电路基本知识回顾:

三种电路

1. 通路: 接通的电路
2. 开路: 断开的电路
3. 短路:

定义: 电源两端或用电器两端直接用导线连接起来

特征: 电源短路, 电路中有很大的电流, 可能烧坏电源或烧坏烧坏导线的绝缘皮, 很容易引起火灾。

基本连接方式:

	串联	并联
定义	把元件逐个顺次连接起来的电路	把元件并列连接起来的电路
特征	电路中只有一条电流路径, 一处断开, 所有用电器都停止工作	电路中的电流路径至少要有两条, 各支路中的元件可独立工作, 互不影响
开关作用	控制整个电路	干路中的开关控制整个电路。支路中的开关控制该支路
电路图		
实例	装饰小彩灯, 开关和用电器	家庭中各用电器, 路灯

复杂电路的识别方法

电流流向法

“电流流向法”简称电流法, 就是在识别电路时, 根据电流的流向来确定电





路中各元件的连接方式及电路的连接方式。让电流从电源正极出发经过各用电器后回到电源负极，若途中不分流，即电流只有一条通路，则这些用电器就是串联的；如果电流在某处分为几条支路，若每条支路只有一个用电器，则这几个用电器就是并联的；若支路上不止一个用电器，或分成几条支路后，电流又经过用电器回到电源负极，则这个电路中有串联又有并联，该电路称为混联电路。

节点法

“节点法”即公共点法。所谓“节点法”就是在识别不规范的电路时，为简化和规范电路，把电路中的“公共点”找出来，即不论导线有多长，只要中间没有电源、用电器等，导线两端均可视为同一个“节点”，从而找出各用电器两端的公共点，达到简化（规范）电路的目的。

模块三 电阻

1. 定义及符号：

- (1) 物理意义：电阻表示导体对电流阻碍作用的大小，用字母 R 表示。
- (2) 定义：导体的电阻等于导体两端的电压和通过导体的电流的比值。
- (3) 公式：电阻=电压/电流，数学表达式： $R=\frac{U}{I}$
- (4) 表达式的理解：导体的电阻是导体本身的一种性质，是表示电阻大小的量度，而不是决定电阻大小的决定式。
- (5) 电阻的测量：可以根据 $R=\frac{U}{I}$ ，用电压表和电流表测量电阻的方法，称为伏安法（后面详解），直接测量电阻的仪表是“欧姆表”。

2. 单位：

- (1) 国际单位：欧姆（ Ω ）。
规定：如果导体两端电压是 1V，通过导体电流是 1A，这段导体的电阻是 1Ω 。
- (2) 常用单位：千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ）。
- (3) 换算： $1M\Omega=1000k\Omega$ ， $1k\Omega=1000\Omega$
- (4) 了解一些电阻值：手电筒的小灯泡，灯丝的电阻为几欧到十几欧。日常用的白炽灯，灯丝的电阻为几百欧到几千欧。实验室用的铜线，电阻小于百分之几欧。电流表的内阻为零点几欧。电压表的内阻为几千欧左右。

3. 电阻定律

导体的电阻是导体本身的一种性质，它跟导体两端是否有电压以及导体中是否有电流无关，导体电阻的大小跟导体的材料，长度，横截面积和温度有关，对一段材料一定的均匀导体，在温度不变时，导体的电阻跟长度成正比，和它的横截面积成反比，

个规律叫做电阻定律，数学表达式为： $R=\rho\frac{L}{S}$

4. 电阻率

电阻率是反映导体材料导电性能好坏的物理量。由某种材料制成的长度为 1m，横截面积为 $1m^2$ 的导体的电阻叫做这种材料的电阻率。纯金属的电阻率较小，合金电阻率较大，常用来做电阻器。输电线常用铜线和铝线，温度对电阻有影响，一半情况下，温度升高，电阻率增大，温度降低，电阻率减小。



5. 变阻器

(1) 滑动变阻器

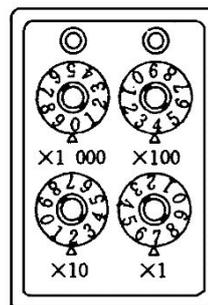
- ① 构造：实验室常用的滑动变阻器的构造如右图所示，它是由瓷筒、线圈、金属棒、金属滑片、接线柱、支架组成。套在瓷筒上的线圈是由表面涂着绝缘漆的电阻线绕成，它的两端与接线柱 A、B 相连，滑片可以在金属棒上滑动，并与线圈紧密接触，线圈与滑片接触处，绝缘漆已刮去。在电路中，滑动变阻器用  表示。



- ② 原理：滑动变阻器利用的是电阻大小与导体的长度有关的规律，即电阻长度越长，电阻越大。当滑片在左右滑动的过程中，接入电路的电阻丝的长度也随着改变，如此便达到了改变接入电路电阻的作用。
- ③ 特点：滑动变阻器可以连续地改变接入电路电阻的大小，但是不能知道接入电路的电阻的准确阻值。
- ④ 使用：①选择合适的滑动变阻器：每个滑动变阻器都有规定的最大电阻值和允许通过的最大电流值，使用时要根据需要进行选择，不能使通过滑动变阻器的电流超过允许通过的最大电流值，否则会烧坏滑动变阻器。②使用前应将滑动变阻器连入电路的电阻值调到最大，这样电路连通时电流最小，起到限制电流保护电路的作用。③滑动变阻器上有四个接线柱，把它接入电路中时，金属棒两端的接线柱和电阻线圈两端的接线柱各选择一个连入电路（一上一下），移动滑片即可改变连入电路中的电阻。同时使用金属棒两端的两个接线柱连入电路，移动滑片不起变阻作用，并且连入电路的电阻始终为零。把电阻线圈两端的两个接线柱连入电路时，移动滑片也不起变阻作用，变阻器连入电路的电阻值始终等于滑动变阻器的最大电阻值。

(2) 电阻箱

- ① 作用：电阻箱是一个可以读出电阻大小的，电阻可以改变的仪器。它在电路中起到了控制电流和电压的作用。
- ② 结构：电阻箱外部由两个接线柱、四个旋盘组成（如右图）。
- ③ 使用：把两个接线柱接入电路，调节四个旋盘就能得到 $0\sim 9999\Omega$ 之间的任意整数阻值。



- ④ 读数方法：各旋盘对应的小三角指示点的示数乘以面板上标记倍数，然后加在一起，就是电阻箱接入电路中的阻值。如右图所示的电阻箱的连入阻值为： $R=0\times 1000\Omega+4\times 100\Omega+2\times 10\Omega+7\times 1\Omega=427\Omega$

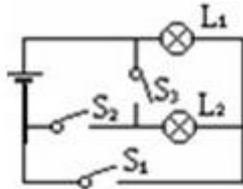
电阻箱也有规定的最大阻值和允许通过的最大电流值。

精品试题回顾

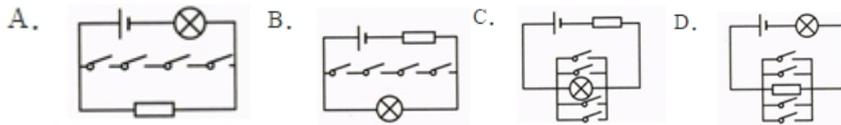


【练习 1】电路中的一些元件依次地连接在电路中的两点之间，电路中的电流分为几个分支，分别流经几个元件，这种连接方式叫做_____；在并联电路中，如果一个支路上的元件断开，其他支路的用电器_____。

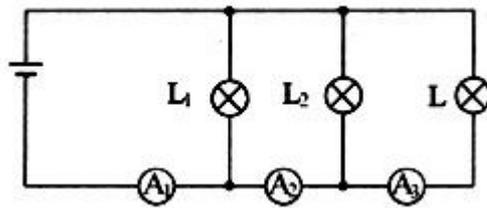
【练习 2】如图所示，要使两盏灯串联应闭合开关_____；要使两盏灯并联，应闭合开关_____。



【练习 3】小轿车上都装有一个用来提醒司机是否关好车门的指示灯。四个车门中只要有一个门没关好（相当于一个开关断开），指示灯就发光提醒。下图所示四个电路中，能体现该装置工作原理的是（ ）



【练习 4】三只电流表接在电路中的情况如图所示，如果通过电流表 A_1 的电流是 I_1 ，通过电流表 A_2 的电流是 I_2 ，通过电流表 A_3 的电流是 I_3 ，则三个电流的大小比较是_____。



【详解】

1. 电路的连接有两种最基本的方法，把用电器逐个顺次连接起来的电路，叫做串联电路；把用电器并列地连接起来的电路，叫做并联电路。

并联电路中 各支路互不影响

故为：串联 正常工作

2. 由图可知，当 S_1 闭合时其他两开关断开，则电路中只接入了 L_1 ；

当只有 S_2 闭合时，电流经 L_1 流入 L_2 ，最后进入电源负极，故两灯串联；

当只有 S_3 闭合时，电路断路；

当 S_1 和 S_2 闭合时， L_2 被短路；

当 S_1 和 S_3 闭合时， L_1 和 L_2 并联；

当 S_2 和 S_3 闭合时，整个电路被短路；

当开关全闭合时，整个电路被短路；

故答案为： S_2 ， S_1 和 S_3 。

3. 试题分析：根据题意可知，电路设计 requirements 是 4 个开关同时闭合时灯不发光，否则只要一个开关未闭合，灯就发光。说明 4 个开关同时闭合后，灯泡被局部短路。





-
- A. 不管开关闭合还是断开，灯泡都会发光，故 C 不符合题意；
- B. 当开关都闭合时，灯泡被短路，不发光，当任何一个断开时，灯泡不会被短路，灯泡发光，故 B 符合题意。
- C. 只要闭合一个开关，灯泡就会被短路，灯泡不亮，故 B 不合题意；
- D. 只要任何一个开关闭合，电阻都会被短路，灯泡发光，故 A 不符合题意；
- 故选 B.

4. 这是一个典型的并联电路. A1 测量的是整个电路的总电流, A2 测的是 L2L3 的总电流, A3 测的是 L3 的电流, 所以 $I_1 > I_2 > I_3$

