

无线电工业学校

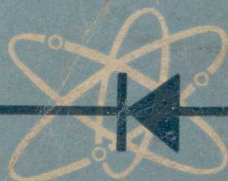
0213956

上海市工人业余学校课本

电子技术

(试用本)

第一册





目 录

第一章 直流电路	1
第一节 电路的基本知识	1
第二节 欧姆定律	6
第三节 电功和电功率	8
第四节 电阻的串联、并联和混联	9
第五节 基尔霍夫定律	19
小 结	23
习 题	24
第二章 交流电路	28
第一节 交流电	28
第二节 矢量图示法	37
第三节 电容器	40
第四节 电感器	49
第五节 RLC 电路计算	57
第六节 三相交流电概念	64
小 结	65
习 题	67
第三章 整流电路	70
第一节 晶体二极管	71
第二节 单相整流电路	82
第三节 滤波器	92
第四节 倍压整流电路	103

第五节 应用举例.....	105
小 结.....	108
习 题.....	108
实 验	
一、欧姆定律.....	110
二、电阻与电容串联的交流电路.....	111
三、桥式整流电路.....	112
习题答案.....	114
附 录	
一、500 型万用电表使用方法	116
二、SB-10 阴极射线示波器使用方法	118
三、电阻器、电位器及电容器的类别	120
四、常用晶体二极管参数.....	125
五、小容量整流变压器的计算.....	130



W30073005Q

第一章 直流电路

直流电路在工农业生产中应用很广。例如电解、电镀、电车、电并车以及汽车和拖拉机上的照明用电、晶体管收音机的电源等等,几乎所有电子设备中都包含有直流电路。

毛主席教导我们:“人们的认识,不论对于自然界方面,对于社会方面,也都是一步一步地由低级向高级发展,即由浅入深,由片面到更多的方面。”为了便于广大工人同志学习和掌握电子技术,我们在第一章先介绍直流电路的基础知识,作为学习以后各章的基础。

第一节 电路的基本知识

一、电 路

毛主席教导我们:“认识始于经验——这就是认识论的唯物论。”当我们检验小电珠时,常用导线把干电池与小电珠联接起来,接通后小电珠就会发光,如图 1-1(a)所示,这样就构成了电路。

我们实际应用的电路图不是用实物图来表示的,而是用符号来表示的,如图 1-1(b)所示。干电



(a) 实物图

(b) 电路图

图 1-1 简单的电路

池称为电源,用符号“ $\text{---}||\text{---}$ ”和字母“ E ”表示;小电珠称为负载,用符号“ $\square$ ”和字母“ R ”表示。简单地说:电路是由电源、负载和它们之间的联接导线所组成的。

二、电 流

当小电珠与电池接通后,就会发光,这是由于在电源作用下,使电荷通过灯丝的缘故。我们把电荷有规律的流动叫做电流。单位时间内电流流过多一些,灯就亮一些,流过少一些,灯就暗一些。这种单位时间内通过导体横截面的电荷量称为电流强度,简称电流,用符号“ I ”表示。电流强度的单位是安培,用“ A ”表示。比安培小的单位还有毫安(mA)和微安(μA)。它们之间关系是:

$$1A(\text{安培}) = 1000mA(\text{毫安})$$

$$1mA(\text{毫安}) = 1000\mu A(\text{微安})$$

电流分直流和交流两种。大小和方向都不随时间变化的电流,叫做直流电流。电流的方向是从电源正极经过外电路(负载)流向电源的负极,如图 1-2 箭头所示。

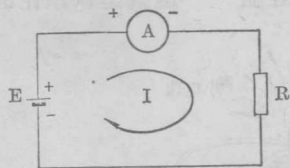


图 1-2 电流的方向及电流表的接法

量,如图 1-2 所示。

测量电流的仪表叫电流表。使用电流表时,先将欲测的电路断开,把电流表串接于电路中,表的正端“+”接电流流入端,表的负端“-”接电流流出端,即可测量

三、电位、电位差、电压、电动势

1. 电位

一个水库在山上,而另一个水库在山下,我们站在山下看这二个水库,就说山上水库的水位比山下水库的水位高;而站在山上,就说山下水库的水位比山上水库的水位低,这就是水位的高低。它是以某一位置作为参考点的。同样,电也有电位的高低,常以大地的电位当作零电位(参考点)。在电子仪器设备中,常以机壳为零电位,也称“接地”。例如有二个电源,一个是 $3V$, 一个是 $6V$, 把它们顺向串接, 若将 A 点接地, 如图 1-3(a) 所示, 即 A 点为零电位, 那末, B 点电位就比 A 点电位高 $3V$, C 点电位比 A 点电位高 $9V$; 若将 B 点接地, 如图 1-3(b) 所示, 即 B 点为零电位, 那末, A 点电位比 B 点电位低 $3V$, C 点电位比 B 点电位高 $6V$ 。这说明参考点(零电位)的改变, 各点电位也随之改变。

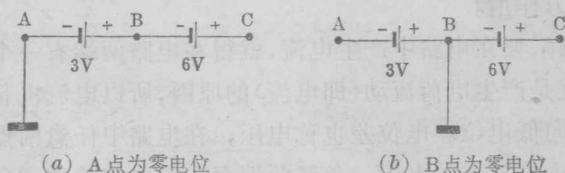
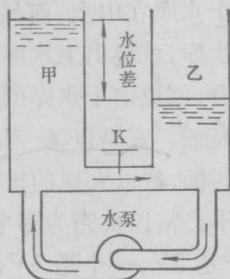
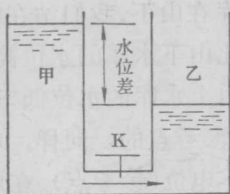


图 1-3 电位的参考点

2. 电位差、电压、电动势

我们知道,小电珠的发光是灯丝有电流流过。那末,电流是怎样产生的呢? 可用水流作对比。例如有甲、乙相连的两水池,中间用阀门“ K ”隔开,设甲池的水位比乙池高,如图 1-4 (a) 所示。当我们把阀门“ K ”打开,甲池的水就经过阀门“ K ”流向乙池。水总是从水位高的地方向水位低的地方流,这是由于两个水池存在水位差的缘故。当两水池的水位相等时,甲池的水不再流向乙池。如果要使水继续流动,就必须保持一定水位差。如在甲、乙两池间接入一只水泵,如图 1-4 (b) 所



(a) 水流和水位的关系

(b) 水泵和水流

图 1-4 水流的产生

示。把水泵打开,使乙池的水打入甲池,那末甲池的水位升高,乙池水位降低,这样就保持甲、乙两池有一定的水位差,使水继续从甲池流向乙池。这样水泵就起了一个维持一定水位差的原动力作用。

同样,要在电路中产生电流,就得在电路两端有一个电位差,这就是产生电荷流动(即电流)的原因,所以电流也是从高电位流向低电位。电位差也称电压,在电路中任意两点的电位差称为该两点的电压,负载两端存在的电位差称为负载的端电压。电压用符号“ U ”表示。

如果保持电路中连续产生电流,就必须维持两端的电位差。而这个电位差是用电源来维持的,如用干电池、蓄电池、直流发电机等。在电源内部所产生的推动电荷流动的力,称为电动势,用符号“ E ”表示。电动势的方向是从电源负极通过电源内部指向电源正极的。

电位、电位差、电压、电动势的单位都是伏特,简称伏,用“ V ”表示。还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)。它们之间的关系是:

$$1kV(\text{千伏}) = 1000V(\text{伏})$$

$$1\text{V(伏)} = 1000\text{mV(毫伏)}$$

$$1\text{mV(毫伏)} = 1000\mu\text{V(微伏)}$$

测量电压的仪表叫电压表。

使用电压表时，把它跨接在被测电路的两端，表的正端(+)接于高电位，负端(-)接低电位。如图 1-5 所示。

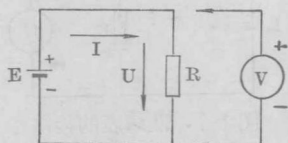


图 1-5 电压表的接法

四、电 阻 器

我们仍用水做比较。当水在管子中流动时，就会遇到管子的一定阻力。同样，电流在电路中流过时，也会遇到阻力，这种阻碍电流通过的能力叫电阻，用字母“ R ”表示。它的单位是欧姆，简称欧，用“ Ω ”表示。比欧姆大的单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)，它们之间关系是：

$$1\text{k}\Omega(\text{千欧}) = 1000\Omega(\text{欧})$$

$$1\text{M}\Omega(\text{兆欧}) = 1000\text{k}\Omega(\text{千欧})$$

我们为了控制电路中的电流和电压，应用这种具有一定电阻数值的元件，就称为电阻器，简称“电阻”。常用电阻器可分为固定电阻器(用符号“ $\square$ ”表示)和可变电阻器(用符号“ $\square$ ”表示)两大类，如图 1-6 所示。按其材料结构来分，又可分为合成电阻，薄膜电阻和线绕电阻等。电位器是可变电阻器的一种。

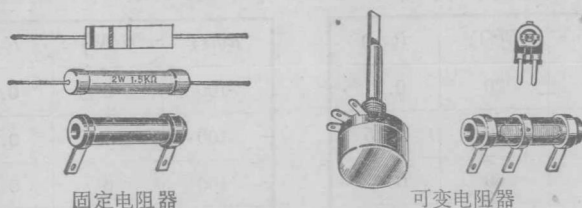


图 1-6 常见电阻器的外形

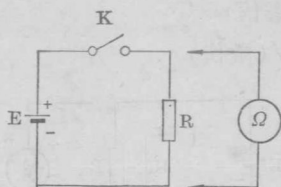


图 1-7 欧姆表的接法

测量电阻的仪表叫欧姆表。使用欧姆表时,先把电路断开,否则表要烧坏,然后将欧姆表跨接于被测电阻二端,即可测量,如图 1-7 所示。

第二节 欧姆定律

“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”,电流、电阻、电压三者也是互相联系着的,并且存在着一定的规律。

现在做一个实验来观察电流、电压、电阻三者之间的关系和规律。把电阻、电流表、电压表、蓄电池按图 1-8 联接起来。当电源固定为 6V 时,依次改变电阻值为 20Ω 、 40Ω 、 60Ω 、 80Ω ,记下相应的电流值如表 1-1 所示。当电阻固定为 100Ω 时,依次改变电源电压为 2V 、 4V 、 6V 、 8V ,记下相应的电流值如表 1-2 所示。上述实验表明,电路中当电源电压不变时,电阻增大,电流就减小;电

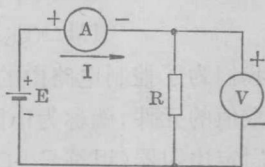


图 1-8 欧姆定律实验

表 1-1

$U(\text{V})$	$R(\Omega)$	$I(\text{A})$
6	20	0.3
6	40	0.15
6	60	0.1
6	80	0.075

表 1-2

$R(\Omega)$	$U(\text{V})$	$I(\text{A})$
100	2	0.02
100	4	0.04
100	6	0.06
100	8	0.08

阻减小,电流就增大。当电阻不变时,电源电压增大,电流也增大,反之也小。就是说,通过电路中的电流与电路两端电压成正比,与电路中的电阻成反比。这个关系称为欧姆定律,用公式表示如下:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

式中 I ——电流,单位是A(安培);

U ——电压,单位是V(伏特);

R ——电阻,单位是 Ω (欧姆)。

电压、电流与电阻的这一关系,又可用下式表示:

$$U = IR$$

或

$$R = \frac{U}{I}$$

通过欧姆定律的学习,如果我们已知电流、电压、电阻三个量中的二个量,就可求出另一个未知量。

〔例1〕 已知手电筒的小电珠放白光时的电阻是 10Ω , 电池的电压是 $3V$, 试求通过小电珠的电流是多少?

解:
$$I = \frac{U}{R} = \frac{3}{10} = 0.3A$$

〔例2〕 某电路中,一电阻两端的电压是 $12V$, 通过电流是 $0.05A$, 求该电阻的阻值。

解:
$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{0.05} = 240\Omega$$

〔例3〕 有一只 121 型高灵敏继电器, 线圈的阻值是 4000Ω , 工作电流是 $5.4mA$, 那末在线圈两端要加上多大电压才能吸动?

解:
$$U = IR = 4000 \times 5.4 \times 10^{-3} = 21.6V$$

第三节 电功和电功率

我们知道电动机的转动、电灯的发光、电炉的发热、扬声器的发声等等，所有这些都是电流作用的结果，我们就说电流做了功，这种电流做的功叫电功，用符号“ N ”表示。它的单位是瓦特秒，就是说当电流是1安培，电压是1伏特，电流在时间 t 秒钟内所做的功。可用公式表示如下：

$$N = IUt \quad (1-2)$$

式中 N ——电功，单位瓦特秒

I ——电流，单位安培

U ——电压，单位伏特

t ——时间，单位秒

比瓦特秒大的单位还有千瓦小时(也称“度”)。

但电功还不能表示电流做功能力的大小，因为不知道这些功是在多长时间内完成的。所以我们把单位时间内电流所做的功，叫做电功率，简称功率，用“ P ”表示。其大小可用下面的公式计算：

$$P = UI \quad (1-3)$$

根据欧姆定律，功率的公式又可用下式表示：

$$P = I^2 R$$

或

$$P = \frac{U^2}{R}$$

式中 P 的单位是瓦特，简称瓦，用“W”表示； U 的单位是伏； I 的单位是安； R 的单位是欧。

功率的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)、微瓦(μ W)和马力(HP)，它们之间关系是：

$$1\text{kW}(\text{千瓦}) = 1000\text{W}(\text{瓦})$$

1W(瓦) = 1000mW(毫瓦)

1mW(毫瓦) = 1000 μ W(微瓦)

1HP(马力) = 735W(瓦)

〔例 1〕 有一台电阻器,通过它的电流是 50A,其两端电压是 24V,若工作 4 小时,问它消耗多少电功?

解: $N = IUt = 50 \times 24 \times 4 = 4800$ 瓦小时 = 4.8 千瓦小时(度)。

〔例 2〕 有台直流稳压电源输出电压是 6V,输出端接上一个负载,通过负载的电流是 0.5A,问在负载上所消耗的功率是多少?

解: $P = UI = 6 \times 0.5 = 3W$

由于电流流过电阻时要产生热量,因此我们在电路中选择电阻时,不但要使阻值符合要求,还要考虑其功率大小,若小于电路要求的功率,电阻就会烧毁,因此一般可取其计算出来的消耗功率的 2 倍左右。

〔例 3〕 有一只 620 Ω 的电阻,若要求通过 0.05A 的电流,问该电阻的消耗功率是多少? 应选取多大功率的电阻。

解: $P = I^2 R = (0.05)^2 \times 620 = 1.55W$ 应选取 3W 功率的电阻。

第四节 电阻的串联、并联和混联

一、电阻的串联

把二个或二个以上的电阻,将它们首尾逐个连接起来,叫做电阻的串联。如图 1-9 所示。

电阻的串联,我们可用水管联接来帮助理解。例如有甲、乙二个水池,用二节粗细不同的水管 A、B 联接起来,如图 1-

10 所示。当水从甲池流向乙池时,同时遇到 A 管的阻力和 B 管的阻力,因此这时水流在整个通路中,所遇到的阻力是两管阻力的和。并且在任何时间内,由甲池流到乙池的水量,就是通过水管 A 的水量,也是通过水管 B 的水量,所以 A 管和 B 管流过的水量是相等的。

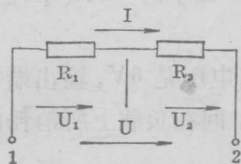


图 1-9 电阻的串联

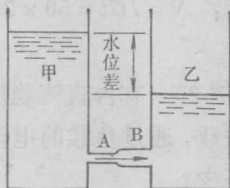


图 1-10 水管串联在两水池间

同样,两个电阻串联后,在图 1—9 的 1、2 两端加上一个电源电压 U , 电流从 1 流到 2 时,同时遇到电阻 R_1 的阻力和电阻 R_2 的阻力,因此这时电流在电路中所遇到的阻力是这两部分阻力之和,也就是说这时总电阻 $R = R_1 + R_2$ 。如果不止两个电阻,而有更多电阻串联起来,那末可写成如下公式:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (1-4)$$

在电阻 R_1 上所通过的电流也是电阻 R_2 上流过的电流,所以流过电阻 R_1 和 R_2 的电流是相等的。

根据欧姆定律,电阻 R_1 、 R_2 上的电压降是:

$$U_1 = IR_1$$

$$U_2 = IR_2$$

因为 $U = IR$, 而 $R = R_1 + R_2$

所以 $U = I(R_1 + R_2) = U_1 + U_2$

就是说总电压等于各电阻上的电压降之和。如果两个以上的电阻相串联起来,那末可写成如下公式:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad (1-5)$$

由此可见,各电阻上的电压降与该电阻值成正比。电阻值越大,其电压降越大,电阻值越小,其电压降越小。也就是所加的电源电压与电阻上电压降的比,等于总电阻与各电阻的比,即:

$$U:U_1:U_2 = R:R_1:R_2$$

因为 $R = R_1 + R_2$

$$\text{所以 } \frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2};$$

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}, \quad U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}。$$

它们之间的比,就称为“分压比”。 $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$ 和 $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$ 称为“分压系数”。电阻的串联在电路中常作分压或限流用。

我们知道: $P = IU$

如将式(1—5)两边各乘以 I :

$$UI = IU_1 + IU_2 + IU_3 + \dots$$

$$\text{即 } P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad (1-6)$$

由上式可知,整个电路的功率等于各电阻上消耗功率之和。

〔例1〕有一只 6V 干簧继电器,线圈直流电阻 R_2 为 200Ω ,而电源电压是 24V,因此不能直接接电源,需串一个降压电阻 R_1 ,才能正常工作,如图 1-11 所示。试求降压电阻值是多少?

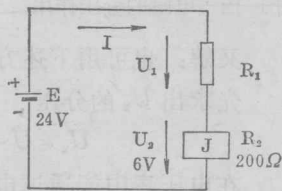


图 1-11 降压电阻的用法

解: 允许流过继电器的电流

$$I = \frac{U_2}{R_2} = \frac{6}{200} = 30 \text{ mA}$$

它也是流过降压电阻的电流。

$$\text{总电阻} \quad R = \frac{24}{30 \times 10^{-3}} = 800 \Omega$$

因为总电阻等于各阻之和 $R = R_1 + R_2$

$$\text{所以} \quad R_1 = R - R_2 = 800 - 200 = 600 \Omega$$

又解：利用所学过的知识，也可用下述方法计算，

因为总电压等于各电阻上压降之和 $U = U_1 + U_2$

$$\text{所以} \quad U_1 = U - U_2 = 24 - 6 = 18 \text{V}$$

$$\text{再根据欧姆定律} \quad R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{18}{30 \times 10^{-3}} = 600 \Omega$$

〔例2〕有一只1V的电压表，内阻为1kΩ，若要测10V电压，那末要串一只多大的电阻才能测？电路图如图1-12所示。

$$\text{解：根据分压公式} \quad U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

代入数值后：

$$1 = 10 \times \frac{1000}{1000 + R_2}$$

$$1000 + R_2 = 10000$$

$$R_2 = 10000 - 1000$$

$$= 9000 \Omega$$

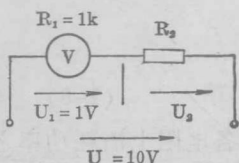


图1-12 电阻的分压作用

又解：也可用下述方法计算：

先求出 U_2 的分压

$$U_2 = U - U_1 = 10 - 1 = 9 \text{V}$$

在电压表中能通过电流是

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{1}{1000} = 0.001 \text{A}$$

此电流也是通过 R_2 的，

$$\text{所以} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{9}{0.001} = 9000 \Omega$$

〔例 3〕 某段电路由三个电阻串联组成, $R_1 = 50\Omega$, $R_2 = 150\Omega$, $R_3 = 800\Omega$, 其两端电压为 $50V$, 如图 1-13 所示。试求电路中的(1)总电阻, (2)电流, (3)各电阻上的电压降和功率, (4)总功率。

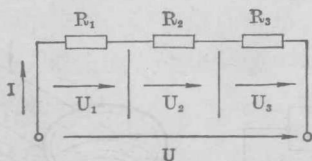


图 1-13 三个电阻串联的电路

解: (1) 总电阻 $R = R_1 + R_2 + R_3 = 50 + 150 + 800$
 $= 1000\Omega$

(2) 电流 $I = \frac{U}{R} = \frac{50}{1000} = 0.05A$

(3) 各电阻上的电压降

$$U_1 = R_1 I = 50 \times 0.05 = 2.5V$$

$$U_2 = R_2 I = 150 \times 0.05 = 7.5V$$

$$U_3 = R_3 I = 800 \times 0.05 = 40V$$

验证 $U = U_1 + U_2 + U_3 = 2.5 + 7.5 + 40 = 50V$

这说明各电阻上压降之和等于总电压, 所以计算结果是正确的。

各电阻消耗功率

$$P_1 = U_1 I = 2.5 \times 0.05 = 0.125W$$

$$P_2 = U_2 I = 7.5 \times 0.05 = 0.375W$$

$$P_3 = U_3 I = 40 \times 0.05 = 2W$$

(4) 总功率 $P = P_1 + P_2 + P_3 = 0.125 + 0.375 + 2 = 2.5W$

验证 $P = IU = 0.05 \times 50 = 2.5W$

二、电阻的并联

把二个或二个以上的电阻,将它们的一端联接在一起,另一端也联接在一起,叫做电阻的并联,如图 1-14 所示。

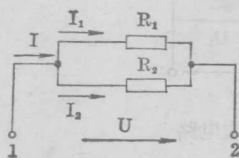


图 1-14 电阻的并联

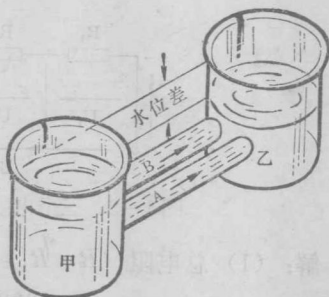


图 1-15 水管并联在两水池间

电阻的并联,我们也可用水管并联来帮助理解。如图 1-10 中 A、B 两节水管接成图 1-15。如果利用水泵来维持两池的水位差不变,保持 A、B 两管的水在甲乙两池间所受到的压力差相等,那末水从甲池流向乙池时,水就有两条通路,一部分从 A 管流过,另一部分从 B 管流过,它们互不影响,在任何时间里,从甲池流到乙池的水量,等于 A、B 两管的流水量之和。

同样,两个电阻并联后,在图 1-14 的 1、2 两端加一个电源电压 U , 那末电阻 R_1 和 R_2 两端的电压都等于电源电压。电流从 1 流到 2 时,就有两条通路,一部分从 R_1 上流过,另一部分从 R_2 上流过,因此从 1 流到 2 的总电流,就等于流过电阻 R_1 和 R_2 上的电流之和,即:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1-7)$$

根据欧姆定律