



农村电工



陕西人民出版社



农村电工

西安电力学校《农村电工》编写组

陕西人民出版社出版

国营五二三厂印刷

陕西省新华书店发行

1976年1月第1版

1976年2月第1次印刷

印数：1—40,000

书号：15094·75 定价0.51元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省
地建设社会主义。

农业的根本出路在于机械化

马克思主义者认为，只有人们的
社会实践，才是人们对于外界认识的
真理性的标准。

编 者 的 话

在批林批孔运动的推动下，为了适应社会主义农村电气化的需要，我们在调查研究的基础上，编写了《农村电工》一书。内容有：电工基础、农村电力网、测量仪表和低压电器及内线工程、异步电动机及起动设备、安全用电等部分。可供农村电工及从事农村电气化工作的人员学习和参考。书中插有图表，以便进行农村用电规划和设计等工作时查用。

由于我们学习马列著作和毛主席著作不够，对农村用电的实践经验不足，书中难免有不足和错误之处，殷切希望广大读者给予批评指正。

目 录

第一章 电工基础	(1)
第一节 电 流	(1)
第二节 导体、绝缘体及电阻	(3)
第三节 电压、电位、电动势、欧姆定律	(5)
第四节 电功率和效率	(9)
第五节 直流电路	(12)
第六节 电磁和电磁感应	(16)
第七节 单相交流电	(24)
第八节 三相交流电	(40)
第二章 农村电力网	(47)
第一节 农村电力网的规划	(47)
第二节 农村电力网的电压损耗与电能损耗的计算及经济运行	(58)
第三节 农村架空电力线路的设计	(67)
第四节 两线一地制架空电力线路	(87)
第三章 测量仪表和低压电器及内线工程	(92)
第一节 仪表测量的误差及指示仪表的准确度	(92)
第二节 仪表的作用原理	(95)
第三节 测量仪表的使用常识	(102)
第四节 测量仪表的维护检修常识	(109)
第五节 低压开关	(112)
第六节 熔断器和熔丝	(118)

第七节	绝缘导线	(125)
第八节	配电室及配电盘	(131)
第九节	屋内低压线路及接户线的安装	(132)
第十节	照明设备的安装及检修	(141)
第四章	异步电动机及起动设备	(151)
第一节	异步电动机的构造及工作原理	(151)
第二节	异步电动机的铭牌	(157)
第三节	异步电动机的选择及安装	(160)
第四节	异步电动机的运行与维护	(162)
第五节	异步电动机的一般故障及局部检修	(171)
第六节	电动机定子绕组的拆换	(178)
第七节	异步电动机的起动设备	(195)
第五章	安全用电	(210)
第一节	触电的几种情况及电流对人体的危害	(210)
第二节	如何防止触电	(212)
第三节	低压设备的安全操作	(217)
第四节	保护接地	(219)
第五节	触电急救	(224)

附 录

1.	SJ ₁ 系列 10~5600 千伏安电力变压器参数表	(232)
2.	铝线敷设的架空线路的电阻和电抗	(234)
3.	钢心铝线敷设的架空线路的电阻和电抗	(234)
4.	架空线路弧垂表	(236)
5.	常用的三种浸渍绝缘漆	(244)
6.	J、JO、JQ和JQO 系列异步电动机滚动轴承的型号	(245)
7.	J ₂ 和 JO ₂ 系列电动机滚动轴承的型号	(245)
8.	J系列异步电动机技术数据	(246)

9. J系列异步电动机技术数据	(243)
10. J系列异步电动机技术数据	(250)
11. JO系列异步电动机技术数据	(252)
12. JO系列异步电动机技术数据	(254)
13. JO系列异步电动机技术数据	(256)
14. J ₂ 系列异步电动机技术数据	(258)
15. J ₂ 系列异步电动机技术数据	(260)
16. JO ₂ 系列异步电动机技术数据	(262)
17. JO ₂ 系列异步电动机技术数据	(264)
18. JO ₂ 系列异步电动机技术数据	(266)
19. JO ₂ 系列异步电动机技术数据	(268)

第一章 电工基础

第一节 电 流

电是物质运动的一种形式。在日常生活中，如照明用的电灯，通讯用的电话、电报，以及无线电收音机、有线广播、电影、电视……，都是使用电能的。随着我们社会主义农村建设事业的发展，用电也越来越普遍，如排涝、灌溉用的水泵，脱粒、磨面、轧花、碾米、饲料加工等用的机器，也多是用电动机拖动的。

那么，电能是怎样产生的呢？电能是工人从电厂发出来的。发电厂是将水流的动能、热能、原子能等转变为电能的工厂。然后又通过电灯、电动机等将电能转变为光能、机械能来为工农业生产建设事业和人民生活服务。

当我们把开关合上接通电路时，电灯就会发亮，电动机就会转动起来，这表示有电流通过了电灯或者电动机。那么，电流又是什么呢？

要了解电流，先要从分子谈起。宇宙间千差万别，五光十色的物质，都是由分子组成的，分子与该物质有相同的物理性质。分子是由原子组成的，世界上原子有一百多种。原子和分子都是很小很小的，如果把一亿个原子排成一个单行队伍，这个队伍还不过一厘米长。原子是由带正电荷的原子

核和带负电荷的电子组成的。经过实验，同性的电荷相排斥，异性的电荷相吸引，由于电子围绕着原子核旋转，正负

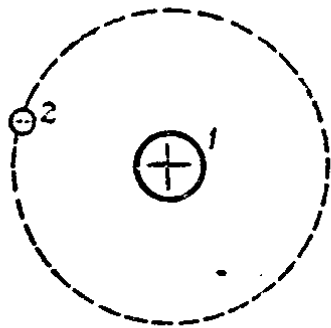


图1—1 氢原子结构

1—原子核 2—电子

电荷的吸引力与电子的离心力相互平衡，而电子在原子核周围沿一定的轨道运动。图1—1中画出了最简单的原子——氢原子——的结构图。又如，铜的原子结构就比较复杂一些，它有二十九个电子沿着不同的轨道围绕着原子核旋转。电子的质量约为氢原子质量的一千八百四十分之一，可见原子的

质量几乎都集中在原子核上。

在原子内部，原子核所带正电荷与周围电子所带负电荷的数量相等，对于原子外部由于正负电荷的作用相互抵消，所以不显示带电的特性。在外界某些因素的作用下，如加热、光线照射、摩擦等，一些物质的原子就可能失去若干电子，另一些物质可能得到若干电子，这样，失去电子的物质，就显示了带正电的特性；得到了电子的物质就显示了带负电的特性。脱离了原子核的束缚可以自由移动的电子，称为“自由电子”，自由电子是显示带负电的特性的。

物体所带电量的大小用库仑表示，每库仑电量含有 6.25×10^{18} 个电子的电量，用字母 Q 表示。

电荷运动就形成为电流。

由于历史的原因，现在规定的电流方向与电子运动的方向相反，如图1—2所示。

电流用字母 I 表示。电流

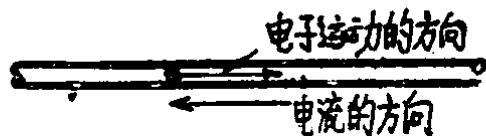


图1—2 电流的方向与电子运动的方向

的强度是以每秒通过导体某截面电荷的多少来计算的，在一秒钟内，若通过导体某截面的电荷为一库仑时，（即通过某截面的电子为 6.25×10^{18} 个）电流的强度就是一安培，简称安（A）。在应用时，还采用千安（KA）、毫安（mA）和微安（ μA ）作单位，换算关系为：

$$1 \text{ KA} = 10^3 \text{ A} ;$$

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

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

若电流通过导体时，大小和方向不变，称为直流电，其波形如图 1—3 所示；若电流的大小和方向随着时间按正弦曲线的规律作周期性变化，称为正弦交流电，简称交流电，其波形如图 1—4 所示。现代工农业生产和人民生活中，绝大部分应用的是正弦交流电。

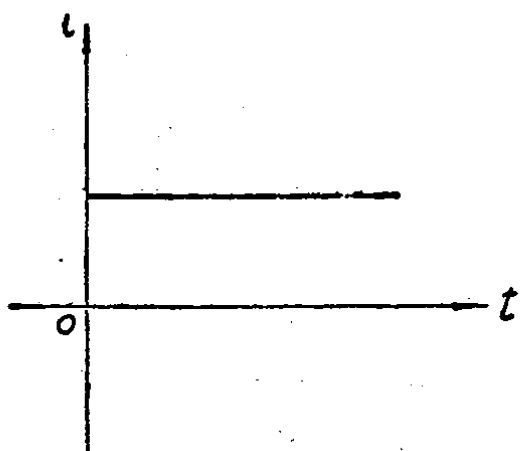


图1—3 直流电的波形

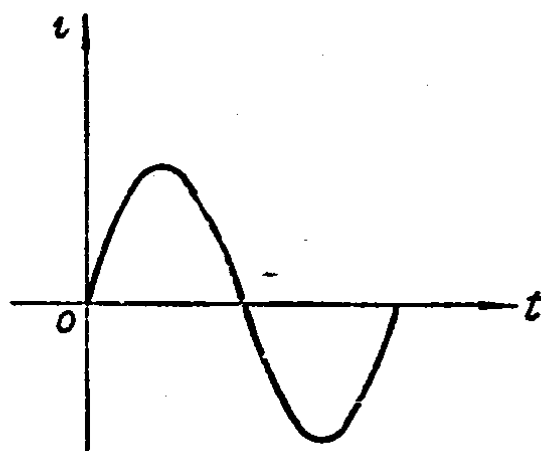


图1—4 交流电的波形

第二节 导体、绝缘体及电阻

世界上的物体，从导电的性能来区分，可以分成导体和

绝缘体两大类，此外，一些物体介于导体和绝缘体之间，称为半导体。

对于金属，如银、铜、铝、铁等，它们原子核外层的电子，与原子核结合力弱，容易脱离原子核的束缚而成为自由电子，这些自由电子在外力的作用下易在金属中移动而形成电流，因此，金属多系导电性很好的物体。碳、酸、碱、盐的溶液，潮湿的土地等也是导电性很好的物体，这些都是导体。一些物体，如橡胶、云母、棉、麻、丝、干木材、塑料、玻璃、瓷、油类、空气等，其原子核对外层电子束缚得很牢，不易成为自由电子，因此，它们的导电性能不好，称为绝缘体。导电能力介于导体与绝缘体之间的物体，如硅、锗等，称为半导体。

绝缘体的不导电性能是有一定条件的，它与电压、温度、湿度等因素有关，在一定条件下是绝缘的物体，因条件变化后，可能会失去绝缘性能。例如：单层黑胶布在电压为250伏以下时，是绝缘体，若电压升高到数千伏时就会被击穿而失掉绝缘性能；再如干木材是绝缘体，受潮后就会失去绝缘性能而变为导体。所以，必须注意绝缘体的使用条件。

自由电子在导体内运动时，导体一方面为电子形成通路；另一方面组成导体的原子也起着阻碍电子运动的作用。导体对电流所显示的这种阻碍作用称为导体的电阻，用字母R表示，单位为欧姆，简称欧，也有用字母 Ω 表示电阻的。应用时还采用千欧、(K Ω)、兆欧(M Ω)等单位。换算关系为：

$$1 \text{ K}\Omega = 10^3 \Omega;$$

$$1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega。$$

导体的电阻与材料的性质、长度、截面、温度等因素有

关。计算电阻的公式为：

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-1)$$

式中 R——导体的电阻，欧；

L——导体的长度，米；

S——导体的截面，平方毫米；

ρ ——导体的电阻系数，决定于导体材料，即长度为1米，截面为一平方毫米导体的电阻，单位为：欧·平方毫米/米。

通过1—1式可以看出，导体的电阻随着材料的不同而不同，与材料的长度成正比，与截面成反比。若长度愈长，则电阻愈大；若截面愈大，则电阻愈小。

表1—1列出了在温度为20°C时几种常用导体的电阻系数。在一般情况下，温度增加时，导体的电阻也在增加。

表 1—1 导体在 20°C 时的电阻系数

导 体 材 料	电阻系数 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
银	0.016
铜	0.017
铝	0.028
钨	0.055
铁	0.130

第三节 电压、电位、电动势、欧姆定律

一、电压与电位

电荷在外力作用下运动就形成电流，所以，导线内若要

通过电流，必须有可以移动的电荷和促使电荷运动的外力。

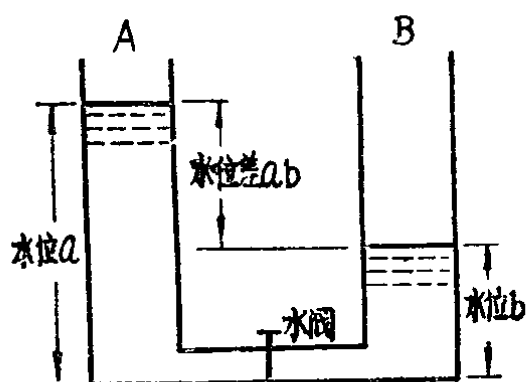


图1—5 水位差

导线内可以移动的电荷就是自由电子，那么，促使自由电子运动的外力是什么呢？

先用水作一个比喻：在图1—5内有两个水箱A与B，A箱内的水位较高，B箱内的水位较低，两箱的水位不等，其差别称为水位差，又

称为水压。由于A、B两箱间有水位差，从而产生一种压力，若打开阀门后，就会促使A箱中的水通过水管流向B箱，若两箱的水位一样了，也就是水位差等于零时，水管内的水流也就停止了。

物体中的原子失去若干电子时，就带正电；得到若干电子时就带负电。失去或得到的电子愈多，带正电和负电的程度就愈强。在一般情况下，我们规定地球的电位为零，作为

参考点，带正电荷的物体电位为正，带负电荷的物体电位为负。如图1—6所示，物体A带正电，其电位为正，记作 V_A ；物体B带负电，其电位为负，记作 $-V_B$ ，AB两物体的电位差为：

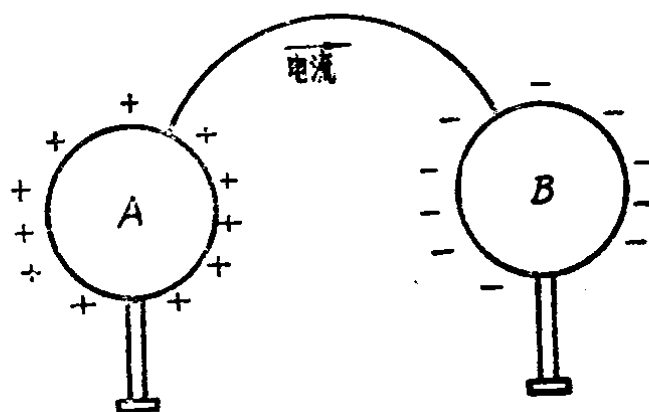


图1—6 电位差与电流方向

$$V_A - (-V_B) = V_{AB}$$

电位差 V_{AB} 也称为物体 A B 间的电压，若用导线将物体 A、B 连接起来，因为导线两端有电压，就会促使导线内的自由电子从物体 B 向物体 A 流动，这就形成电流。前已说明，电流的方向与电子流动的方向相反，所以，在此情况下，电流的方向是从物体 A 流向物体 B。

电位、电位差（或称为电压）的单位，称为伏特，简称伏，用符号 V 或 U 表示，为了应用方便，还采用千伏(KV)、毫伏(mV) 等作单位，换算关系为：

$$1KV = 10^3 V;$$

$$1V = 10^3 mV。$$

二、电动势

如欲保持如图 1—5 内水管中的水流不断，必须始终保持两箱之间有水压存在。同样，要使导线内的电流维持下去，也必须始终保持导线两端的电位差，这就需要电源。

电源的种类很多，经常使用的有电池与发电机两类。电池是通过内部的化学过程来保持电位差的；发电机是用外部机械能通过电磁感应来保持电位差的。在电力工业中，发电机作为电源比电池应用得更为广泛。

电源两端间的电位差称为电源的电动势，用字母 E 表示，单位为伏特。

在一通电路路中，某一用电器两端的电位差称为该电器的端电压。图 1—7 绘出了电池电源的表示符号及与负载的连接图。电源内部是电路的一部分，也是有电阻的，称为内阻，

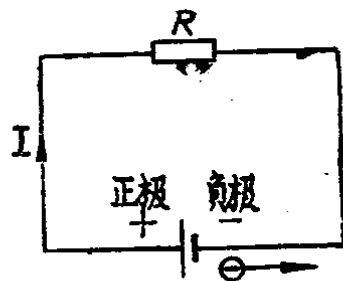


图1—7 电池电源

内阻一般很小，若忽略不计，则电源在有负荷电流时的端电压也等于电动势。

电源有直流电源和交流电源两类。若电源电动势的方向和大小不随时间而变化，称为直流电源，如电池、直流发电机等就是直流电源。若电源电动势的方向和大小随时间按正弦的规律而变化，称为正弦交流电源，简称交流电源，如交流发电机就是交流电源。

三、欧姆定律

电路中电阻两端的电压与通过电阻的电流间的数量关系为：

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-2)$$

式中 I ——通过电阻的电流，安；

U ——加在电阻两端的电压，伏；

R ——电阻，欧。

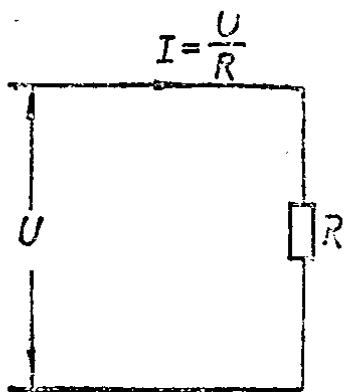


图1—8 欧姆定律

这种关系，称为欧姆定律。欧姆定律在电路计算中应用很普遍，我们应该熟练地掌握和运用它。

例 1—1 在图 1—8 所示的电路中，若电压 U 为 220 伏，电阻 R 为 100 欧，问电路中电流为多少？

解： 已知 $U = 220$ 伏，
 $R = 100$ 欧，

应用欧姆定律 $I = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2.2$ 安。

即电路中电流为 2.2 安。

第四节 电功率和效率

一、电功和电功率

电流通过电灯、电炉、电动机等用电器后，可以发光、生热、转动机器，这些都是电流在作功。电动势或电压是电流作功的原动力，这种功称为电功。如用 1 伏特的电动势，使 1 库仑的电荷由正极流到负极，所作的功就是 1 焦耳，简称焦，用公式表示为：

$$A = U \cdot Q \quad (1-3)$$

式中 A——电功，焦；
U——电压，伏；
Q——电量，库仑。

电功的概念，只能说明电流作功的大小，并不能说明电流作功的快慢，如 1 伏特的电动势可以在一秒钟内使 1 库仑的电荷由正极流到负极，也可以在一小时内完成这一工作，那末后者比前者就要慢得多。为了反映作功的快慢，需要用单位时间内作功的大小来表示，在单位时间内（1 秒），电流所作的功称为电功率。电功率用字母 P 来表示，单位是瓦特，简称瓦（W）。用公式表示为：

$$P = \frac{A}{t} = U \cdot \frac{Q}{t} = UI \quad (1-4)$$

式中 A——电功，焦；
t——时间，秒；

Q——电量，库；

U——电压，伏；

I——电流，安。

参照欧姆定律，电功率也可改用下面公式表示：

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1-5)$$

为了应用方便，功率还用千瓦 (KW) (或写做瓩) 来表示，换算关系为：

$$1 \text{ KW} = 10^3 \text{ W}$$

通常电灯泡上标出的 40W、60W，电动机铭牌上标出的 2.8KW、4.5KW 等，就是指这些电器功率的大小。

在一些电器或机械上，有时用马力作为功率的单位，马力与瓩的换算关系为：

$$1 \text{ 马力} = 736 \text{ 瓦} = 0.736 \text{ 瓩，}$$

$$1 \text{ 瓩} = 1.36 \text{ 马力。}$$

在一定时间内，电器耗电量的多少是用度作单位的。1 度电就是 1 瓩的功率用了 1 小时。

例 1—2 如某房屋内装有 6 盏电灯，每盏为 60 瓦，每天用 4 小时，试计算在 30 天内用了多少度电？

解： 6 盏 60 瓦电灯的总功率：

$$P = 6 \times 0.06 = 0.36 \text{ 瓩，}$$

每天用电 4 小时，30 天共用电：

$$t = 4 \times 30 = 120 \text{ 小时，}$$

则 30 天共用电的度数为：

$$P \cdot t = 0.36 \times 120 = 43.2 \text{ 瓩} \cdot \text{小时} = 43.2 \text{ 度}$$

一度电的作用可以：压延钢材 50 公斤，开采石油 30 公