

知识青年自学丛书

The background of the cover is a stylized illustration. It features a tall, white utility pole with several cross-arms. Two electricians are working on the pole: one is perched high up, adjusting wires, while the other is lower down, also working. Several black birds are shown in flight against a deep blue sky. In the lower portion of the image, there is a landscape with green hills, a small yellow building with a red roof, and a body of water. The overall style is that of a mid-20th-century educational book cover.

农村电工 基础知识

农村电工基础知识

陈正岳 李大志

陕西人民出版社

农村电工基础知识

陈正岳 李立志

陕西人民出版社出版

汉中地区印刷厂印刷

陕西省新华书店发行

•

1975年3月第1版

1975年2月第1次印刷

印数：1—50,000

书号：15094·71 定价：0.40元

毛主席语录

为了保证我们的党和国家不改变颜色，我们不仅需要正确的路线和政策，而且需要培养和造就千百万无产阶级革命事业的接班人。

农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
第一节 从物质的结构认识电的来源.....	(1)
第二节 导体和绝缘体.....	(2)
第三节 直流电路的构成及电流.....	(3)
第四节 电位和电压.....	(7)
第五节 电源的电动势.....	(9)
第六节 导体的电阻.....	(10)
第七节 欧姆定律.....	(13)
第八节 电阻的串联和并联.....	(15)
第九节 电能和电功率.....	(21)
第十节 电容器.....	(23)
第十一节 电流的磁效应.....	(26)
第十二节 电磁感应.....	(30)
第十三节 交流电的基本概念.....	(36)
第十四节 交流电路的简单计算.....	(42)
第十五节 三相交流电.....	(61)
第二章 感应电动机	(73)
第一节 感应电动机的基本构造.....	(73)
第二节 感应电动机的系列及铭牌.....	(75)
第三节 感应电动机的转动原理.....	(79)
第四节 三相感应电动机的接线.....	(84)

第五节 感应电动机的起动方式和起动设备	(90)
第六节 怎样选择电动机的熔丝	(96)
第七节 电动机运行中的管理和维护	(101)
第八节 异步发电机	(112)
第三章 变压器	(120)
第一节 变压器的作用和种类	(120)
第二节 变压器的基本构造	(121)
第三节 变压器的工作原理	(124)
第四节 变压器的铭牌	(127)
第五节 变压器的分接头和电压调整	(131)
第六节 变压器的运行和维护知识	(134)
第四章 农村常用电工仪表	(140)
第一节 电工仪表的作用和分类	(140)
第二节 直流电流表和电压表	(141)
第三节 交流电流表和电压表	(144)
第四节 电度表	(149)
第五节 万用表的使用方法	(153)
第六节 绝缘摇表的使用	(156)
第五章 农村低压配电线路及室内照明	(159)
第一节 低压架空线路的一般知识	(159)
第二节 对农村低压架空线路的技术要求	(164)
第三节 低压架空线路的维护	(174)
第四节 室内布线及照明设备的安装	(175)
第六章 农村安全用电	(184)

第一节	电流对人体的危害·····	(184)
第二节	触电方式·····	(187)
第三节	怎样防止触电·····	(190)
第四节	触电急救·····	(195)

附 录

表 1	汉语拼音字母及读音·····	(202)
表 2	拉丁字母及读音·····	(203)
表 3	本书所用希腊字母及读音·····	(203)
表 4	本书所用主要电工名词、计量单位 及符号·····	(204)

第一章 电工基础知识

大家都知道电的用处很多，在工业上电是不可缺少的原动力，在农村用电的地方也不少，而且随着农村社会主义革命和社会主义建设的迅速发展，农村用电事业将越来越广泛。例如：电动机带动各种农业机械和农副业加工机械在工作；收音机里及时地播送着我们伟大的社会主义祖国各条战线上所取得的伟大胜利的消息；电影给我们带来了丰富多采的革命文化生活；一天劳动之后，我们坐在明亮的电灯下认真学习马列著作和毛主席著作，或者写下我们在农村三大革命运动中所取得的收获和体会。这一切不仅说明电与我们的生产和生活有着密切的联系，而且也说明我们对它已经有所了解。

但是，初学电工知识的人，认为电既看不见又不敢摸，感到很抽象。因此，常常提到这样的问题：电究竟是从哪里来的？为了解决这个问题，需要先从物质的结构谈起。

第一节 从物质的结构认识电的来源

人们经过长期的生产斗争和科学实验认识到，一切物质都是由分子构成，分子又由原子组成。而每一个原子又由一个带正电荷的原子核和若干个带负电荷的电子所组成，这些电子按照一定的规则分布在不同轨道上绕原子核转动。不同物质的原子所具有的电子数目和排列方式是不一样的。例如

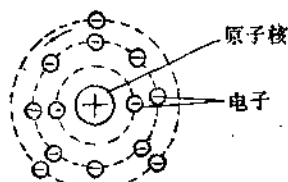


图1--1 铝原子结构示意图

结构最简单的氢原子只有一个电子绕原子核旋转，而我们常用的铝导线的铝原子则有十三个电子，各按一定轨道绕原子核旋转。图1—1是一个铝原子的结构示意图。

对立统一规律是宇宙的根本规律。矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物的运动和变化。原子内部也是这样的。实验证明，同性电荷之间相互排斥，异性电荷之间相互吸引，即在原子内部存在着电子与原子核之间的吸引力以及电子之间的相互排斥力。在正常状态下，由于原子核所带的正电荷与电子所带的负电荷的总量相等，而互相抵消，所以，在平时物体对外界不呈现带电现象。如果在某种外因的作用下，使物体的原子失去或得到一部分电子，这样就破坏了原子中两个对立物的暂时平衡，使物体成为带电的系统。失去一部分电子的物体带正电，获得一部分电子的物体带负电。物体所带电荷的多少称为电量，它的单位是库伦（1库伦约等于625亿亿个电子所带电量的总和）。

从以上事实可以了解到，物质的原子内部包含着正电荷与负电荷这一对矛盾，它能够在外因的作用下使物体产生带电现象。我们平时所说的电，就是指电荷所表现的各种现象。

第二节 导体和绝缘体

一切物质的原子内部，都包含着正电荷与负电荷。为什么有的物质容易导电，而有的物质却不容易导电呢？这是由

于不同的物质，其内部都包含着本身的特殊矛盾的缘故。

在一般情况下，各种金属材料的原子中，处于最外层轨道上的电子与原子核之间的吸引力比较弱，这些电子，在一定外界因素的影响下容易脱离原子核的束缚，而在各原子之间作无规则地运动，这部分电子称为自由电子。由于金属内部存在着大量的自由电子，所以，它们具有良好的导电性能，这类物质称为导体。

另外，还有一些物质如云母、橡胶、塑料、陶瓷、树脂以及干燥的木材等，这些物质中的原子核与其周围的电子之间的吸引力较强，使得电子不容易挣脱原子核的束缚。因此，这类物质的导电性能很差，称为绝缘体。

导体和绝缘体是最常用的两种电工材料，它们各有不同的用途。为了给电构成一个畅通的路径，所以各种导线以及电动机、变压器的线圈等都用电体（铜、铝）作成；而不允许通电的地方，就要用绝缘材料把电隔开。例如，一般电线的表面包有橡皮或塑料，灯头或开关的外壳都用电木作成。应当指出，绝缘体并不是绝对不导电的，因为“客观事物中矛盾着的诸方面的统一或同一性，本来不是死的、凝固的，而是生动的、有条件的、可变动的、暂时的、相对的东西，一切矛盾都依一定条件向它们的反面转化着。”当绝缘材料受潮之后或者温度过高时，其绝缘性能显著下降，甚至在过高的电压之下，可能完全失去绝缘性能，这种现象称为电击穿。

第三节 直流电路的构成及电流

一、电路及电路图

“电路”是输送电能的路径的总称。最简单的直流电路由下列四部分组成：

1. 直流电源——是电路中供给电能的设备。一般直流电源有干电池、蓄电池和直流发电机，它们所产生的电能是由其它形式的能量（如化学能、机械能）转换而来的。

2. 用电设备——是使电能转变为其它形式能量的设备。例如电灯和电热器是把电能转变为光能或热能的设备，电动机是把电能转变为机械能的设备。用电设备通常又统称为“负载”。

3. 连接导线——使电源和负载构成一个闭合的通路，它起着传送电能的作用。

4. 辅助设备——包括作为接通或断开电路用的开关、作为保护电路用的熔断器（又称保险器）以及供测量用的仪表等等。

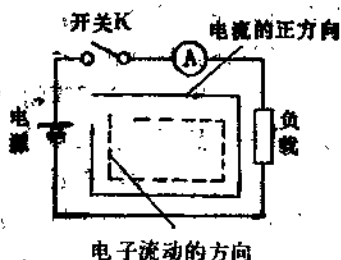


图1—2 最简单的直流电路图

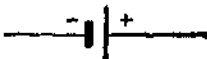
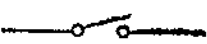
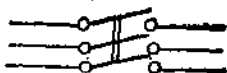
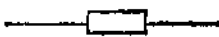
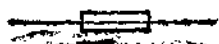
为了清楚而方便地表示出电路的组成情况，通常用各种图形符号表示电路中的元件，用这些符号组成的电路称为“电路图”。图1—2是一个最简单的直流电路图。电路中常用的图形符号如表1—1中所列。

二、电 流

在图1—2所示的电路中，当开关K闭合后，在电源的作用下，导体内部的自由电子将沿着电路有秩序地向着一个方

向移动，电荷的流动就称为电流。

表1—1 电路图中常用的图形符号

名 称	图 形 符 号
原电池或蓄电池	
单极开关	
三极开关	
连接导线	
接 地	
电阻的一般符号	
无铁心的电感线圈	
有铁心的电感线圈	
电容器的一般符号	
熔断器	

白 炽 灯	
电 流 表	
电 压 表	
电 流 计	

电流的大小是以单位时间里通过导体横截面的电量来计算的，称为电流强度，简称为电流。如果电流的大小和方向不随时间变化，则称为恒定直流（简称直流），用符号 I 表示；如果电流的大小和方向随时间变化，则称为交变电流（简称交流），用符号 i 表示。在实用单位制中，电流的单位是安培（简称安，用符号 A 表示）。根据不同的需要，电流还用千安（ KA ）、毫安（ mA ）或微安（ μA ）作单位，它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千安} = 1000 \text{ 安}$$

$$1 \text{ 毫安} = \frac{1}{1000} \text{ 安}$$

$$1 \text{ 微安} = \frac{1}{1000} \text{ 毫安} = \frac{1}{1000000} \text{ 安}$$

在这里应当注意直流电流的方向。电路中的电流是由于导体中的自由电子（即负电荷）的移动而形成的，而自由电子移动的方向是从电源的负极出发，经过外电路回到电源的正极，在电源内部再由正极到负极，这样形成一个闭合的循环路径。但是，过去习惯上规定直流电流的正方向是从电源

的正极出发，经过外电路回到电源的负极，在电源内部则由负极到正极。显然，这样规定的直流电流的正方向恰与电子流动的实际方向相反。由于过去已经形成了习惯，而且它并不影响我们对电路的分析，因此，今后直流电流的正方向仍沿用原来的规定，即由电源正极→负载→电源负极→电源正极，如图1—2中箭头方向所示。

第四节 电位和电压

一、什么叫电位

俗语说：“水往低处流”，这是因为高处的水位高，低处的水位低，所以水能自然地由高水位流向低水位。与此相似，电流也是从高电位流向低电位。例如电池的两极具有不同的电位，正极的电位比负极的电位高，因此，当电路接通之后，电流便从电池的正极出发，经过外电路回到电池的负极。

当某一物体带电之后，它就具有一定数值的电位，其电位的高低与该物体所带电量的多少和电荷的性质（正电荷还是负电荷）有关。因为地球的体积很大，可以认为它所带的正、负电荷基本上是平衡的。所以，通常把大地当作零电位或参考电位。任何带有正电荷的物体，其电位比大地的电位高，即具有正电位；带有负电荷的物体，其电位比大地的电位低，即具有负电位。当带正电荷的物体与大地接触时，大地的负电荷与物体上的正电荷相“中和”，使物体与大地具有相同的电位，即零电位。同理，当带有负电荷的物体与太

地接触时，物体上的负电荷流入大地，也使物体具有零电位。

为了加深对电位这个概念的理解，举一个具体数字来比喻。设有体积相同的甲、乙、丙三个带电球，甲球带有1库伦的正电荷，乙球带有 $\frac{1}{2}$ 库伦的正电荷，丙球带有 $\frac{1}{3}$ 库伦的正电荷。虽然它们都具有正电位，但是，若甲与乙相比，则乙比甲的电位低，若乙与丙相比，则乙比丙的电位高。由此可见，电位的高低是一个相对的概念，不是绝对的概念。就是说，如果不加比较地说某一点的电位高或低是没有意义的。电位的高低用伏特作单位，伏特简称为伏，用符号V表示。

二、什么叫电压

如果有两个电位不同的物体，或者在电路中某两点的电位不相等，它们之间电位的差值就叫做电位差。电位差通常又叫电压，用符号U表示，它的单位与电位的单位相同，也是伏（V）。在这里必须弄清电位与电压这两个概念的区别，电位是指一点而言，电压是指两点。例如平时我们说电灯线路的电压是220伏，就是指火线与零线之间的电位差是220伏。

正如水位差是形成水流的原因一样，电位差是产生电流的原因。要使电路中连续不断地有电流通过，电路两端就必须保持一定的电位差。在分析和计算电路的时候，不仅要知道某两点之间电压的大小，有时还需要知道哪点的电位高，哪点的电位低。因此就需要给电压规定一个正方向。电压的正方向规定为从高电位到低电位，即电位降的方向。电压的

正方向通常有两种表示方法：一种是用箭头表示，箭头所指的方向是从高电位指向低电位；另一种是在符号 U 的右下方标注两个字母，例如 U_{AB} 就是表示A点的电位高，B点的电位低。

第五节 电源的电动势

农村抽水站的水泵把低处的水抽到高处之后，水才能自然地由高处源源不断地流向低处，以灌溉农田。在这个过程中，电动机带动水泵把机械能转换为水的位能，水泵就是维持水位差的能源。同理，在电路中要使电流连续不断地流过，就必须有一种能源使电路两端维持一定数值的电压，这个任务是由电源来完成的。

在电源内部，在化学能（如干电池、蓄电池）或机械能（如发电机）的作用下，将正、负电荷推向电源的两极，使电源两端维持一定数值的电位差，这个电位差就称为电源的电动势。电动势简称为电势，用符号 E 表示，它的单位与电压相同，都是伏（V）。

因为电源的电势是由于电源内部其它形式能量持续不断地作用而产生的。故一般说来电势的数值是不变的。例如一节干电池的电动势为1.5伏左右。但由于电源内部都具有一定数值的电阻（称为电源的内阻），当电源送出电流时，在电源内阻上要产生电压降。因此，在电路接通时，电源两端的电压（简称为端电压）比其电势的数值略小一些。只有当电源开路时，电源的端电压才等于电势的数值。大家可以做一个简单的实验：找一节旧电池和一节新电池，用电压表

测量二者正、负极之间的电位差，大小相差不多。但新电池接通小灯泡之后就比较亮，而旧电池接通同一小灯泡后就不太亮或者不亮。这是什么原因呢？因为电压表本身的电阻很大，当用电压表直接测量电池两端的电压时，就相当于把电池开路，所以电压表测量的数值是电池的电动势。但由于旧电池的内阻比新电池的内阻大得多，当接通小灯泡后，旧电池内阻上的电压降很大，使得端电压减小，故小灯泡不亮，而新电池内阻上的电压降很小，其端电压几乎等于电动势，故小灯泡就比较亮。

一般说来，由于电源的内阻比较小，电源的电动势和端电压的数值相差不大，所以通常把二者看作近似相等。但实际上二者是有区别的，因此，在概念上不能混为一谈。

第六节 导体的电阻

一、什么叫电阻

如同水在管道里流动时会遇到阻力一样，电荷在通过导体时也会遇到一定的阻力，这种阻力叫做电阻，用符号 R 表示。

二、导体的电阻怎样计算

实验证明，导体电阻的大小不但与导体的材料、粗细和长短有关，还与导体的温度有关。当导体的截面均匀，温度一定时，其电阻按下列公式计算：