

少年电工入门

唐旭东 王祥秋 编著

福建科学技术出版社



少年电工入门

唐旭东 王祥秋

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

少年电工入门

唐旭东 王祥秋

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷 59 号)

福建省新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

莆田市印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 4.125 印张 2 插页 95 千字

1995 年 4 月第 1 版

1995 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—8 300

ISBN 7—5335—0910—2 /TM·5

定价:4.80 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

编者的话

1831年，英国物理学家法拉第发现了电磁感应现象，奠定了现代电工学的基础。此后的百余年间，电工学不断地发展，推动着社会文明的前进车轮。如今，电已涉及社会生活的各个方面，对于我们，犹如空气与水一般。

为了向广大少年朋友普及电工知识，消除他们对电的神秘感与恐惧感，我们编写了这本小册子。我们假定本书的读者学过初中物理电学，希望他们能通过本书了解电工基础知识，掌握电工基本操作技能，并能进行一般的家用电器小维修。

由于电具有危险性，我们要求少年朋友在进行操作时千万注意以下两点：

1. 任何操作都不可带电进行！操作前要先切断电源，并用电笔再次确认（防止电笔已损坏）。

2. 检修、安装完后要再三检查，并用万用表测量检查电器，确认无短路、漏电后才可通电试机。插上电源的时候，人不要太贴近电器。

电是有规律的，只要我们熟悉它，就可驾御它，让它为我们服务。

编者

1994.12

第一章 电工基础知识

第一节	电路及电路图	(1)
第二节	电流和电压	(3)
第三节	电动势和电源	(6)
第四节	电阻	(10)
第五节	欧姆定律	(14)
第六节	电阻的串、并联	(17)
第七节	电功和电功率	(19)
第八节	电流的热效应	(21)
第九节	电容器	(23)
第十节	电与磁	(27)
第十一节	电感器	(34)
第十二节	直流发电机和电动机原理	(36)
第十三节	交流电及交流发电机	(39)
第十四节	交流电的三要素	(43)
第十五节	三相交流电路	(46)
第十六节	变压器	(49)
第十七节	交流异步电动机	(57)

第二章 电工基本操作技能

第一节	电工工具的使用	(6 3)
第二节	万用表的使用	(6 6)
第三节	导线绝缘层的剥离	(7 1)
第四节	导线的连接	(7 4)
第五节	导线绝缘层的恢复	(7 7)
第六节	线路的敷设	(7 8)

第三章 电工装配维修技术

第一节	开关、插座的安装	(8 0)
第二节	白炽灯的安装与维修	(8 4)
第三节	日光灯的安装与维修	(8 9)
第四节	两地控制一盏灯的安装	(9 6)
第五节	电热吹风机电路原理与维修	(9 8)
第六节	电度表的结构与安装	(100)
第七节	电路保护装置的安装	(102)
第八节	电风扇电路原理与维修	(107)
第九节	洗衣机电路原理与维修	(108)
第十节	电冰箱电路原理与维修	(111)
第十一节	小型变压器的绕制	(114)

第四章 安全用电知识

第一节	触电事故及急救	(121)
第二节	安全用电常识	(123)
第三节	接地	(124)

第一章 电工基础知识

第一节 电路及电路图

电能是自然界中的一种能量,这种能量需要电路进行转换、控制和传输。电路就是电流所流经的闭合回路的总称。图 1-1 所示为一个简单的直流电路,它由于电池、小灯泡、开关和连接导线所组成。当开关闭合,小灯泡就亮了。这是因为当开关闭合,就构成了电流的通路。电路一般由电源、负载、导线、控制设备这四大部分组成。

1. 电源

它是电路中提供电能的设备,其功能是将化学能、机械能或其它形式的能转换为电能。例如,图 1-1 中的干电池是将化学能转换为电能的电源;发电机是将机械能转换为电能的电源。

2. 负载

它是电路中消耗电能的设备。其功能是将电能转换为其它形式的能。例如,图 1-1 中的小灯泡是将电能转换成光能;电热器是将电能转换成热能;电动机则是将电能转换成机械能。这些用电设备统称为负载。

3. 导线

它将电源与负载连接起来,组成通路,引导电流的运动,进行能量的传输。常用的导线多由铜或铝制成。

4. 控制设备

它的功能是控制或分配电能，合理用电，安全用电。最常用的是开关，如图 1-1 中所示，它用来接通或切断电源，控制着能量的传递。

综上所述，所谓电路就是有目的的使电能和其它形式的能量进行相互转换或进行信号传递和处理的设备的总称。

图 1-1 是按各元件实物图形画出来的，为了使之简化，更有利反映出电路的物理本质，我们用电气元件的图形符号代替实物。这种用电器元件的图形符号画出的图称为电路图，如图 1-2 所示。图中 $\text{---} \begin{array}{c} + \\ | \\ - \end{array} \text{---}$ 表示干电池， $\text{---} \bigcirc \text{---}$ 表示灯泡。

④ 电路图可正确地反映实际电路中各元件的连接关系，但并不反映实际电路中各元件的安装位置。

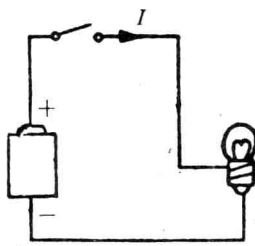


图 1-1 电路实例

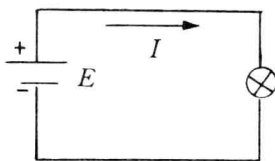


图 1-2 电路图

电路有通路、断路、短路三种情况。

在电路里有电流流过负载，负载可以正常工作，如图 1-3 (a) 中灯泡正常发光，这种情况叫通路，或叫闭合电路，属于电路正常工作状态。

如果电路的任何一个地方断开，电路中没有电流，如图 1-3 (b) 中灯泡不亮，就叫做断路或叫开路。通常用开关来控制电路的通断。当开关闭合时，就形成通路；而当开关打开时，就形成

开路，这时用电器件就停止工作。

如果有一根导线把电源的正、负两极直接联接，如图 1-3 (c) 所示，电流不通过负载（即灯泡不亮）而从导线中直接通过，这时电流会比正常时大得多，这种现象叫做短路。短路时，电流很大，会损坏电源，烧毁导线，甚至造成火灾等等。因此在实际工作中要特别注意防止短路事故，以确保安全。

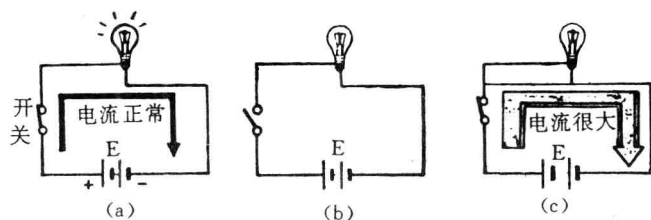


图 1—3 电路的三种情况

第二节 电流和电压

一、电流

电是一种自然存在，自然界存在着两种电：正电和负电。当不考虑带电体的体积和形状时，我们就称之为电荷。金属中有大量带负电的自由电子，有些气体和液体中有正、负离子，这些都是电荷。电荷的定向移动而形成的电荷流就叫电流，如同水管中水分子定向移动形成水流一样。如图 1-4 所示为导体中电流的示意图。

电流常用字母 I 表示，其大小用电流强度来度量。电流强度的单位为安培，简称安，用字母 A 表示。

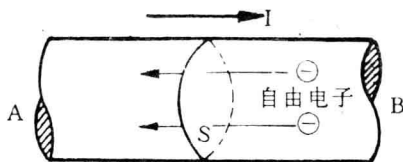


图 1—4 电荷的定向移动

所谓电流强度（俗称电流）就是单位时间内通过导体横截面积的电量，即

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

式中 q 电量，单位库仑（C）； t 时间，单位秒（s）； I 电流，单位安（A）。

由此式可知，1 安培就是在 1 秒时间内从导体的某横截面流过 1 库仑的电量。

电流的单位除安培外，还有毫安，用字母 mA 表示；微安，用字母 μA 表示。它们之间的关系是：

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

电流的方向我们规定为正电荷定向移动的方向。金属导体中定向移动的是自由电子，因此导体中自由电子流的实际方向和我们规定的正方向是相反的，如图 1—4 所示。

电流用电流表测量。电流表的表盘上都标有 A，表示该表是电流表。电流表分直流电流表和交流电流表。直流电流表用来测直流电，交流电流表用来测交流电。在测量电流时，需将电流表串接在被测电路中，如图 1—5 所示。

需要注意的是：

(1) 直流电流表有正、负极性。接线时，电源的正极与电流

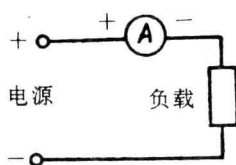


图 1—5 电流表接线图

表正极相接,不可接错。如极性接反,则指针反转,电流表将受损。

(2) 被测的电流应处于电流表量程之内。如果被测的电流大于所选电流表的最大量程,电流表就有烧坏的危险。因此,在测量之前首先要对被测电流大小有个估计,如果心中无数,则要先

用较大量程的电流表来试测,然后再换用适当量程的电流表。

二、电压

如图 1—6,我们用导线将两块带有正、负电荷的极板连接起来,在导线中就有电场存在。电场会对电荷产生作用力,这个力叫做电场力。电场力推动电荷运动,可以说电场力对电荷做了功。假设电场力推动正电荷从 A 点到 B 点,那么它所做的功为 W_{AB} 。不同的电场,电场力做功能力是不一样的,衡量电场力做功能力大小的物理量为电压。所谓电压就是电场力推动单位正电荷从电场中某一点 A 移到另一点 B 所作的功。即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

式中: W_{AB} —— 功,单位焦耳 (J); q —— 电量,单位库伦 (C); U_{AB} —— 电压,单位伏特 (V)。

电压的单位除伏特外,还有千伏,用 kV 表示;毫伏,用 mV 表示;微伏,用 μV 表示。他们之间的关系是

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} \quad 1\text{mV} = 10^{-3}\text{V} \quad 1\mu\text{V} = 10^{-6}\text{V}$$

电压的正方向是正电荷受电场力的方向,也就是由正极板指向负极板,或是由电源的正极指向负极。我们可以看出,电压的

正方向和电流的正方向是一致的。

电压用电压表测量。电压表的表盘上标有表示电压表的 V 。电压表分直流电压表和交流电压表。测量时，应使电压表并联在被测电路元件的两端，如图 1—7 所示。

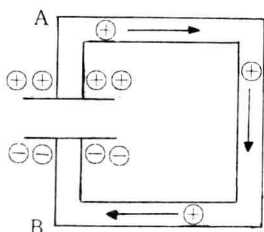


图 1—6 电场力对电荷作用

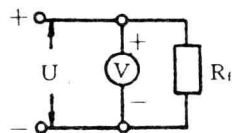


图 1—7 电压表的接线

需要注意的是直流电压表是有正、负极性的，测量时，正极接被测元件的高电位端，负极接低电位端。若接反指针将反转，电压表可能损坏。

第三节 电动势和电源

电流是电荷在电场的作用之下有规律的移动。但是随着电荷的不断移动，两个物件（正、负极板）的带电量将逐渐减小，直到最后电压为零，电子不再转移，电流等于零。因此，要想使导体中的电流维持不变，就必须使导体内部维持不变的电场，也就是维持导体两端的电压不变。这就需要在产生电流的同时，利用外部力量把电荷经过另一条途径送回到它的发源地。这个产生外部力量的装置就是电源，其作用原理可形象地比喻成一台抽水机，如图 1—8 所示。

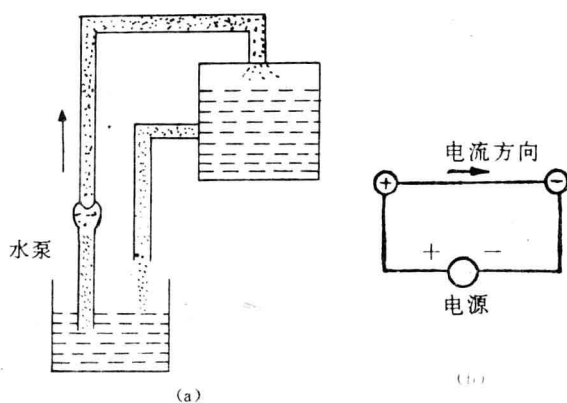


图 1—8 电源作用原理示意图

水箱中的水利用与水池间的水位差而流到水池。为了维持水箱中的水位不变，水流不断，就必须用一个水泵将水池中的水再源源不断地送回到水箱中。

同样道理，如图 1—8 (b) 所示，电源的作用就像一个“电子泵”，它把正电荷从电源内部迁移到正极，把电子从电源内部迁移到负极，维持导线两端的电压，从而维持电流不变。

这种在电源内部产生推动电荷运动的力量叫电动势或简称电势，用 E 表示。单位是伏特 (V)。电势和电压都是产生电流的原动力，但两者的意义与产生电流的本质完全不同。电压是依靠电场力将正电荷通过导线迁移到负极，而形成电流的。而电势则是依靠非电场力将正电荷通过电源内部迁移到正极，而形成电流的。因此我们说电动势的正方向（驱动正电荷运动的方向）与电压的正方向是相反的，但大小相同，如图 1—9 所示。

电源的种类很多，如干电池、蓄电池、微型电池、发电机等。

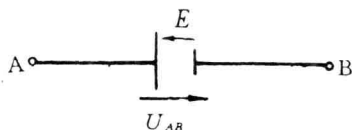


图 1—9 电动势和电压

1. 干电池

干电池也叫碳锌电池，是由一片锌筒（阴极）和一枚碳棒（阳极）浸在氯化铵和氯化锌浆糊中组成的。这种电池的电动势有 $1.4 \sim 1.6\text{V}$ ，内电阻约 $0.1 \sim 0.5\Omega$ 。

电池在一定的放电条件下，所能放出的以安培小时计算的电量叫做电池的容量。电池容量大小决定于：

- (1) 放电电流的大小。放电电流越大，电池容量显得越小。
- (2) 电池的使用方式（连续不断，还是间歇使用）。
- (3) 温度。温度愈低，电池的容量愈小。

在电路图中，电池的通用符号如图 1—10 所示。

2. 微型电池

微型电池是一种重要的能源电子器件，它将化学能转化成直流电能。



图 1—10 电池的符号

微型电池由正极、负极、电解质溶液、隔膜和封装零部件组成。通常将正、负极联在一起称呼。如称为锌—氧化银的电池，是指电池的负极为锌电极，正极为氧化银。微型电池的种类有 20 多种，大体可分为微型碱电池和微型锂电池。

微型电池体积小，重量轻，容量大，工作电压稳定，寿命长，密封性好，已越来越广泛地应用于生活中，如用于计算器、多功

能电子手表、微型数字显示万能电表、电子测脉仪、助听器、报警器、打火机、照像机、测光表、微型翻译器等各种家用电器。

使用微型电池须注意，要按电器所需电池的种类、尺寸和电压选配电池。不能用于小灯泡的发光试验，防止短路。对于长期不用的电子器件，应取出内部的微型电池，否则电池溶液的泄漏会损坏电子器件。图 1—11 为使用微型电池时容易忽视的短路现象。

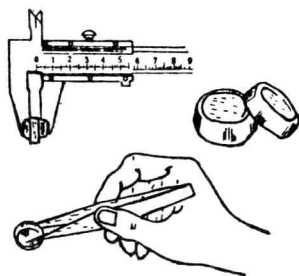


图 1—11 容易忽视的短路现象

3. 蓄电池

蓄电池是一种再生电源，因为它只有先行充电之后才能发出电流。蓄电池充电时，是把它接到直流电源上。电源正极与蓄电池正极相联，负极与蓄电池负极相联。蓄电池是最可靠的电源，应用很广泛，如用作照明电源，用作各种仪器、报警装置的工作电源，也可用于摩托车的起动电源。

蓄电池通常有两种：酸性的和碱性的。

酸性蓄电池应用比较普遍，其主要由容器、极板、隔板三部分构成，外形结构如图 1—12 所示。容器的作用是贮存电解液和支撑极板。隔板的作用是使正负两极板相互绝缘，其上有小孔，以

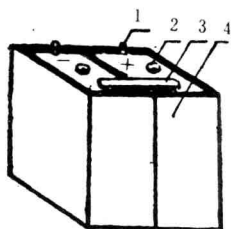


图 1—12 酸性蓄电池结构

1—电极桩头； 2—透气塞；

3—连接条； 4—容器

利电解液的流通。正极板是二氧化铅 (PbO_2)，负极板是海绵状铅 (Pb)，故酸性蓄电池也叫铅蓄电池。蓄电池充电后，两极板间电压约为 $2 \sim 2.1\text{V}$ 。电解液比重为 1.28。放电终了时，两极板电压不能低于 1.8V 。电解液是硫酸水溶液。

碱性蓄电池构造结实，不受机械震动影响，使用管理安全方便，工作电压平稳。其极板是带有不同活性物质的铁制格片。电解液是氢氧化钾溶液。其工作电压为 1.25V ，放电电压为 1V 。

不管是酸性蓄电池，还是碱性蓄电池，它们都是利用化学反应，在极板间产生电压而工作的。

蓄电池在使用中应注意：

(1) 不允许大电流放电。正负极间不允许短路，否则会使极板歪曲损坏。

(2) 注意清洁，注意检查电解液液面比重变化，及时加水或电解液。

第四节 电阻

现实生活中，大家会注意到，运动的物体常常受到阻碍的作用，如航行在大海中的巨轮会受到水流的阻碍，飞行的飞机会受到空气的阻碍，水在水管中流动会受到管壁的阻碍。同样，电荷在导体中受电场力作用形成电流时也会受到阻碍。我们把导体对电流的阻碍作用称作导体的电阻，用 R 表示。电阻的单位是欧姆

(Ω)，常用的单位还有千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)。它们之间的关系是：

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

实验证明导体的电阻大小与导体长度 L 成正比，与导体的横截面积 S 成反比，另外还与导体材料有关。即：

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

式中： ρ 导体材料电阻率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)； L 导体长度 (m)； S 导体横截面积 (mm^2)； R 导体电阻 (Ω)。

不同导体材料，其电阻率是不同的，表 1-1 列出了一些材料在 20°C 时的电阻率。

表 1-1 几种常用材料的电阻率及用途

材料名称	电阻率 (20°C) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	用途
银	0.0165	导线
铜	0.0175	导线，主要的导电材料
铝	0.0283	导线
铂	0.106	热电偶或电阻温度计
康铜	0.44	标准电阻
锰铜	0.42	标准电阻
镍铬铁合金	1.12	电炉丝
铜铬铁合金	1.3~1.4	电炉丝
碳	10	电刷

需要指出的是，导体一经确定，不管其两端电压，流过电流怎样变化，其电阻值是不变的。