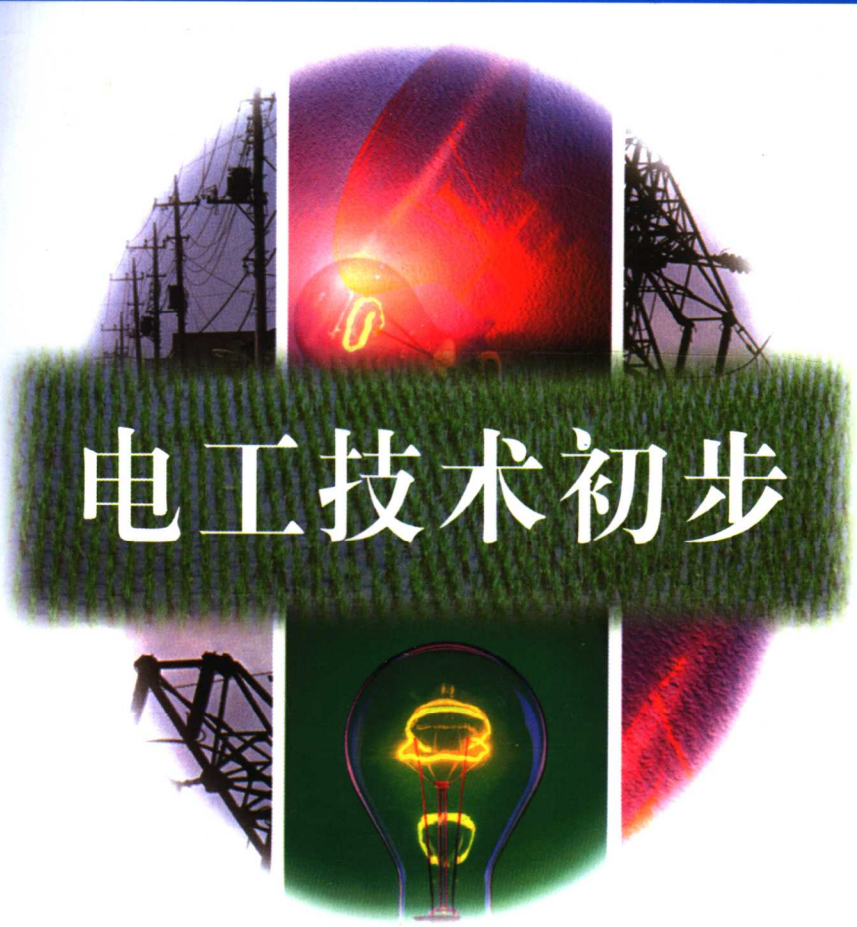


经福建省基础教育教材管理领导小组审查通过

福建省农村实用技术教材



# 电工技术初步

FUJIANSHENG  
NONGCUN  
SHIYONGJISHU  
JIAOCAI

福建省农村实用技术  
教材编写组

福建教育出版社

福建省农村实用技术教材

# 电工技术初步

福建省农村实用技术教材编写组

福建教育出版社

福建省农村实用技术教材  
**电工技术初步**  
福建省农村实用技术教材编写组

---

福建教育出版社出版  
(福州梦山路 27 号 邮编: 350001)  
电话: 0591-83726971 83725592  
传真: 83726980 网址: [www. fep. com. cn](http://www.fep.com.cn))  
福建省新华书店发行  
福建省天一屏山印务有限公司印刷  
(福州铜盘路 278 号 邮编: 350003)  
开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 3 印张 73 千字  
2002 年 7 月第 2 版 2006 年 5 月第 5 次印刷  
ISBN 7-5334-2931-1/G·2384 定价: 1.96 元

---

如发现本书印装质量问题, 影响阅读,  
请向出版科 (电话: 0591-83726019) 调换。

闽教基准 (秋) 第 03038 号

## 编写说明

本套教材是为了贯彻中央的有关精神，进一步推进农村中学教育改革，加强农村实用技术教育，促进教育更好地适应农村经济建设需要，服务于农村和农业，由原省教委中教处、职教处、成教处在广泛征求意见，组织专家进行了论证的基础上，对原有的农村初级中学教育改革实验教材（专业课部分）进行重编的。本套教材供农村初中分流教育技术班、农村乡镇文技校、初中后实用技术（“3+X”）培训等使用，也可作为推广农业科技、群众劳动致富的参考用书。

本套教材分种植、养殖、电工和电子技术三大门类，每个门类均按实用技术项目分解，单项单册出版，内容选择上根据农村生产实际需要和农村初中分流教育技术班和文技校学生实际情况，强调新颖性，突出高起点，体现当前农业科研发展新成果。

农村初中分流教育技术班、乡镇文技校可根据开设的实用技术项目，选用内容相关的教材。在教学实践中对教材内容可作灵活处理，必要时可进行适当的补充和延伸。

本书由郑广森同志执笔编写。

福建省农村实用技术教材编写组

2006年5月

# 目 录

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| <b>第一章 电工基础知识</b>   | <b>1</b>  |
| 第一节 电路              | 1         |
| 第二节 电流              | 4         |
| 第三节 电压              | 6         |
| 第四节 电阻和欧姆定律         | 8         |
| 第五节 电阻的串联和并联        | 10        |
| 第六节 电功率和电能          | 15        |
| 第七节 用电器的额定值与电路的几种状态 | 14        |
| 第八节 交流电路常识          | 16        |
| 第九节 安全用电            | 21        |
| 思考与练习               | 25        |
| <b>第二章 电工基本技能</b>   | <b>27</b> |
| 第一节 电工常用工具及其使用      | 27        |
| 第二节 万用表及其使用         | 34        |
| 第三节 单相电度表           | 44        |
| 第四节 用户配电盘           | 46        |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第五节 室内配线           | 51 |
| 第六节 常用灯具及开关        | 66 |
| 第七节 照明电路的常见故障及排除方法 | 75 |
| 第八节 电动机            | 81 |
| 思考与练习              | 87 |

# ◀ 第一章 电工基础知识 ▶

电似乎很神秘，然而电又是无所不在。世界上的一切物体中都含有大量的正电荷和负电荷，在通常情况下，两种电荷的数量相等，相互抵消，对外不显出电性。当某一物体得到一种电荷或者失去一种电荷时，物体就会显出电性。

雷雨天的电闪雷鸣是一种电现象，闪电的能量大得惊人，但是它持续的时间短又无法控制，所以至今不能被利用。真正有实用价值的应用电开始于爱迪生，他发明了白炽灯，建立了世界上第一座发电厂，让电荷持续不断地流过电灯，发出光，用于照明，从此开始了应用电的新时代。从那时起，一百多年过去了，电的应用范围越来越广泛，尽管各种用电器五花八门，各种电路不计其数，但是绝大部分用电的形式仍然是：让电荷沿着电路形成电流，电流在不同的条件下产生相应的效应，如热效应、磁效应和化学效应等。利用这些效应，为人类的生产活动和日常生活服务。这样一来，关于电路的知识、电路的建立、电路的使用和维护逐渐形成了一门专门的技术——电工技术。

## 第一节 电 路

要让电荷有规则地、持续不断地通过用电器，必须建立供电荷流动的通路。

## 一、什么是电路

电荷流通的路径称为电路。照明用的手电筒是一个电路；家庭中照明的电灯、日光灯，所有的家用电器如收音机、电视机、电风扇、电冰箱以及电脑等，都有一个相应的电路。电路由各种元件按一定的要求和一定方式连接而成，为电荷流动提供通路。

## 二、电路的组成

手电筒的电路很简单，电脑的电路相当复杂，当然还有更复杂的，但不论是什么样的电路都必须有电源、负载和连接导线三个部分，示意图见图 1-1 (a)。

1. 电源：它是供给电能的设备，能源源不断地送出电能。常见的电源有电池和发电机等。

2. 负载：用电器又称负载。电流在负载中产生相应的效应，把电能变换成其他形式的能量。如电能电灯中变为光能，在电炉中变为热能，在电动机中变为动力用的机械能等。

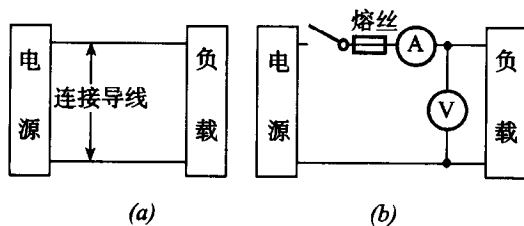


图 1-1 电路示意图

3. 连接导线：它把电源和负载连成一个闭合回路，起传输能量作用。最常用的导线有铜线和铝线等。

此外，为了让电路的性能更完善一些，通常在电路中连接一些辅助的部件。如：控制电路通断的开关，起安全保护作用的保

险丝，检测电路工作的各种电工仪表等。示意图见图 1-1 (b)。

图 1-2 (a) 的手电筒是一个最简单的电路，它的电源是干电池，负载是小灯泡，连接导线是手电筒的金属外壳或金属条，辅助的部件是按钮开关。

### 三、电路图

在建立电路和维修电路时，一般要知道元器件在电路中的连接情况。在电工技术中，为了简便和通用起见，首先用统一规定的符号表示各种元器件，然后利用这些符号，把一个实物电路画成一个由元器件符号连接的示意图，这种图称为电路原理图，简称电路图。图 1-2 中，(b)图是 (a) 的电路图。

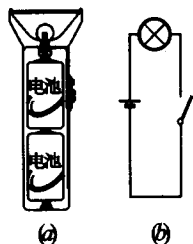


图 1-2 手电筒电路

一些常用电工图形符号见表 1-1。

### 四、电路的作用

不同电路的结构不同，用电的目的也不同，但是，可以把所有电路的作用归纳为两种类型：

1. 传输能量。主要任务是让用电器得到电能量，这类电路要求传输效率高，线路中损耗小。如照明、加热和动力用电等电路都属于这一类。

2. 传递信号。如通信、广播电路和收音机、电视机电路等都属于这一类。这类电路传输的电能量一般都比较小，主要任务是保持信号不走样（在通信技术中叫做不失真）。比如广播电路，如果喇叭传出的声音，大家都听不清，这样的电路还有什么实用价值呢？

表 1-1 常用电工图形的符号

| 名 称     | 符 号 | 名 称      | 符 号 |
|---------|-----|----------|-----|
| 电 池     |     | 电 容 器    |     |
| 直流发电机   |     | 可变电容器    |     |
| 直流电动机   |     | 导 线      |     |
| 交流发电机   |     | 连接的交叉导线  |     |
| 交流电动机   |     | 不连接的交叉导线 |     |
| 电 阻 器   |     | 开 关      |     |
| 滑动变阻器   |     | 保 险 丝    |     |
| 可变电阻器   |     | 接 地      |     |
| 电 灯     |     | 电 流 表    |     |
| 电 感 器   |     | 电 压 表    |     |
| 带铁芯的电感器 |     |          |     |

## 第二节 电 流

### 一、什么是电流

电荷的定向移动形成电流。电流是电工技术中最重要的概念。

### 二、电流的方向

习惯上规定正电荷移动的方向作为电流的方向。如果是负电荷做定向移动，这种情况与数量相等的正电荷向相反方向移动的效果一样，所以不必对负电荷另作规定。

### 三、电流

电流有强有弱，电流的强弱用电流表示。某处的电流等于每秒内通过该处导体横截面的电荷量。电流常用字母  $I$  表示，电流的单位是安培，简称安，用字母  $A$  表示。在实用中有时嫌安培这个单位太小，可用 1 安的 1 千倍作单位，叫做千安 ( $kA$ )<sup>①</sup>。如果嫌安这个单位太大，可用 1 安的千分之一为单位，叫做毫安 ( $mA$ )。还可以用 1 毫安的千分之一为单位，叫做微安 ( $\mu A$ )，即：

$$1\text{ kA} = 1000\text{ A},$$

$$1\text{ A} = 1000\text{ mA},$$

$$1\text{ mA} = 1000\text{ }\mu\text{A}.$$

### 四、直流电流和交流电流

1. 直流电流：在流通的一段时间内，如果电流的方向和大小都不变，这样的电流叫做稳恒电流，简称直流。手电筒的小灯泡中的电流，基本上属于直流电流。

2. 交流电流：在流通的一段时间内，如果电流的方向不断改变，大小也不断改变，而且这些变化每隔相等的时间重复一次（即周期性的），这样的电流叫做交变电流，简称交流。

直流电和交流电分别用字母“DC”和“AC”表示。

电路中电流的测量用电流表，测量电流时电流表应串联接在电路中。

电流表有直流和交流之分，有的电流表是直、交流通用的。它们的表盘上分别标有“—”、“~”和“ $\sim$ ”的符号，直流电表的两端

---

① 括号内字母，表示单位的符号，下同。

钮有“正”与“负”之分,接在电路中,要让电流从“正”极流入,从“负”极流出,形成回路。交流电表无正、负极之分。电表使用前要看指针是否指在“0”上,若不指在“0”位置,要先调整到“0”,这样才能测量准确。

### 第三节 电 压

#### 一、电压

电荷不受外力的作用,不会做定向运动。在用电器两端加上电压,用电器中电荷就受到外力作用,做定向运动,产生了电流。所以电压是形成电流的必要条件,用电器两端若没有电压,用电器中便不可能有电流存在。

电压的符号是  $U$ ,单位是伏特,简称伏(V)。电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏( $\mu V$ )等。它们之间的关系为:

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V},$$

$$1 \text{ V} = 1000 \text{ mV},$$

$$1 \text{ mV} = 1000 \mu V。$$

电压也有方向,用电器中的电流方向就是电压的方向,如图 1-3 (a) 所示。电压的方向还经常用正、负极性表示,电流在用电器中由  $a$  流向  $b$ ,则把  $a$  点定为电压的正极,用符号“+”表示; $b$  点定为电压的负极,用符号“-”表示,如图 1-3 (b),可见电压的方向是从正极指向负极的。<sup>①</sup>

---

<sup>①</sup> 电压“+”极又称高电位,“-”极又称低电位,电压又称电位差,在电工技术中电位的概念比电压更有普遍的意义。

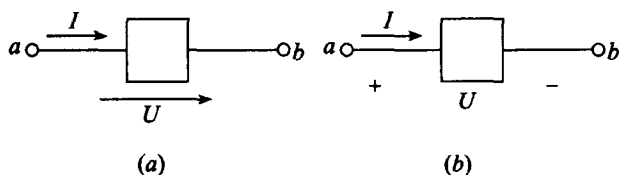


图 1-3

## 二、电压的产生

电压由电源产生。电源具有这样的本领：把正电荷从电源负极送到正极。这样在正极聚集了正电荷，在负极聚集了负电荷，电源的正、负极之间形成了电压。把用电器接上电源时，正电荷从正极经过用电器流向负极；同时电源又把正电荷从负极经电源内部送到正极。这样过程不断持续下去，电路中就有持续电流通过。显而易见，根据电流方向的规定，电源内部的电流是由负极流向正极。

## 三、直流电压和交流电压

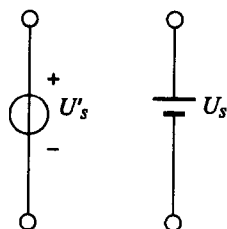
电压与电流一样也有直流和交流之分。凡是大小和方向（极性）不随时间变化的电压称为直流电压（DC）；凡是大小和方向（极性）随时间作周期性变化的电压称为交流电压（AC）。

## 四、常用的电源电压

常用的电源符号如图 1-4 所示，其中 (a) 图表示一般的电源，(b) 图专指直流电源，长线代表“+”极，短线代表“-”极。

干电池和蓄电池是常见的直流电源，普通干电池每节电压为 1.5 V，普通蓄电池每节电压为 2 V。当单节电池电压太低时，可把几节电池顺序串接在一起，就可得到几倍于单个电池的电压。

实验室用 6 V 直流电源，可用四节干电池串接；机动车用的 6 V 或 12 V 直流电源（俗称电瓶），分别是三节或六节蓄电池的串接。直流电源使用时要注意区分“+”极和“-”极。



(a) (b)

图 1-4

常见的交流电源电压有照明用电的 220 V 和动力用电的 380 V。交流电没有正、负极之分，但它们的电压都较高，用电时要注意安全。

电路中两点之间电压的测量用电压表，测量电压时电压表应并联接在待测量的两点上。电压表也有直流与交流之分。

## 第四节 电阻和欧姆定律

### 一、导体、绝缘体和半导体

物质按导电的本领来划分，可分为三类：

1. 导体：能良好地传导电流的物质称为导体。所有的金属和盐的溶液等都是导体，人体和地球也是导体。

2. 绝缘体：几乎不能传导电流的物质称为绝缘体，又称介质。橡胶、陶瓷、塑料、干燥的木材和空气等都是绝缘体。

3. 半导体：导电性能介于导体与绝缘体之间的物质称为半导体。硅和锗等是半导体。半导体有极其重要的、特殊的导电性能，在电子技术中得到广泛的应用。

只有导体还不能组成电路，必须用绝缘体隔离导体、支撑导体才能建成电路，所以导体和绝缘体都是组成电路不可缺少的材料。

## 二、金属的电阻

金属都是导体，但不同金属的导电性能不同，其中银的导电性能最好，其余依次是铜、金、铝、铁和钨等。

金和银的导电性好，且化学性能稳定，但价格昂贵，只用在特殊场合。大量用作导线的是铜和铝，铝的导电性虽比铜差一些，但价格比铜便宜，所以铝线比铜线用得更多。铁的导电性较差，但铁的强度大，价格便宜，在传送的电流不大又要求有较大强度的场合适合用铁线，如电话线和有线广播线等。

导电性能不同就是电流通过时受到阻碍程度不同，导电好的阻碍小，导电差的阻碍大。导体对电流的阻碍作用称

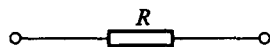


图 1-5

为电阻。电阻用字母  $R$  表示，在电路中的符号如图 1-5。电阻的单位为欧姆，简称为欧 ( $\Omega$ )。有时还采用千欧 ( $k\Omega$ ) 和兆欧 ( $M\Omega$ ) 作单位，即

$$1\text{ k}\Omega = 1000\ \Omega,$$

$$1\text{ M}\Omega = 1000\text{ k}\Omega.$$

导体的电阻除了与制造它的材料有关之外，还与导体长短及横截面积（即粗细）有关。长度越长，电阻越大；横截面积越大，电阻越小。

此外，金属的电阻还受温度的影响。一般情况下，温度升高，电阻增大。但当温度变化不大时，温度的影响可忽略；当温度变化很大时，温度的影响不能忽略。如白炽灯的灯丝电阻，灯亮时温度高达 2 千多摄氏度，这时电阻比灯不亮时（室温下）增大了十几倍。

### 三、欧姆定律

给电阻  $R$  的两端加上电压  $U$ ，电阻中有电流  $I$  流过，如图 1-6。实验指出：电阻中电流与两端电压成正比，与电阻大小成反比。这就是著名的欧姆定律。欧姆定律的公式如下：

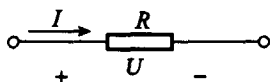
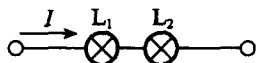


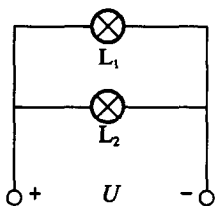
图 1-6

$$I = \frac{U}{R}。$$

对于单个电阻，已知  $U$ 、 $I$  和  $R$  三个量中的任意两个，根据欧姆定律可求出第三个量。



(a)



(b)

图 1-7

分析两个电阻时，通常存在电流相同或电压相同的情况。在图 1-7 (a) 中，两盏电灯串在一起，流过电流一样，根据欧姆定律，这时电阻大的那盏灯的电压大；而在图 (b) 中，两盏灯是并接在一起，电压是一样的，这时电阻大的那盏灯的电流小。

### 第五节 电阻的串联和并联

图 1-7 (a) 和 (b) 中的两盏电灯的连接方式是电路的两种最基本的连接方式，分别称为串联和并联。若一般用电器用电

阻表示，则电阻串联和并联的电路图如图 1-8 (a) 和 (b) 所示。

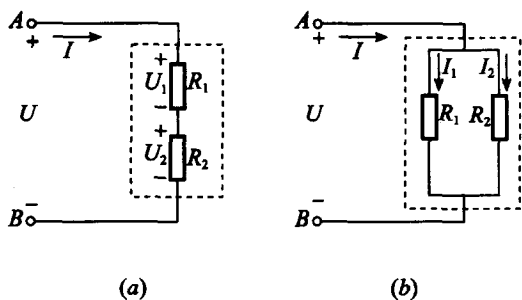


图 1-8

## 一、电阻的串联

### 1. 电阻串联的特点。

- ① 两电阻中电流相同。
- ② 两电阻串联，相当于导体的长度加长，因而线路总电阻增大。由理论可推得总电阻  $R = R_1 + R_2$ 。
- ③ 若所加电压  $U$  不变，根据欧姆定律，电流  $I$  变小。
- ④ 各电阻的电压只是总电压  $U$  的一部分，根据欧姆定律可知  $U_1 = R_1 I$ ， $U_2 = R_2 I$ ，因为  $I$  一样，每个电阻的分压与电阻大小成正比，即电阻大的分压大，电阻小的分压小。

### 2. 电阻串联的应用。

- ① 增大电阻起限流作用。
- ② 分压（实际上分压与限流是共同存在的）。

### 3. 应用实例。

① 当电源电压太高，直接加在电灯上时，电灯会因电流太大而烧毁。这时可在电灯上串上适当的电阻  $R$ ，达到减小电流保护电灯的目的，见图 1-9 (a)。