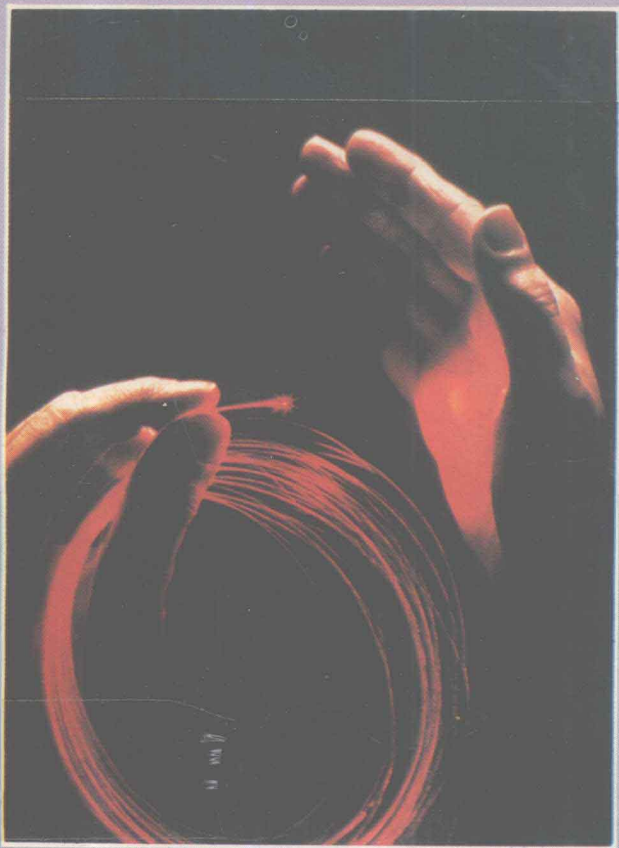


广东省全日制普通中学劳动技术课本（试用本）

# 电 工



广东省教育厅编

广东教育出版社

广东省全日制普通中学劳动技术课本（试用本）

# 电工

经广东省中小学教材审查委员会审查批准

广东省教育厅 编

广东教育出版社

广东省全日制普通中学劳动技术课本（试用本）

电 工

高 中 本

广东省教育厅 编

\*

广东教育出版社出版

广东教材出版中心重印

（广州市环市东路水荫路11号）

邮政编码：510075

广东省新华书店发行

广州新华印务有限公司印刷

（广州市西湖路51号）

787×1092毫米 32开本 5.625印张 2插页 130,000字

1992年7月第1版 2000年5月第9次印刷

ISBN 7-5406-1779-9/G·1768

定价：5.20元

如有印、装质量问题，影响阅读，请与本中心（电话：020-87601673）联系调换。

## 编 者 的 话

根据国家教委中学司制定的《全日制普通中学劳动技术课教学大纲》(试行稿)的要求,结合我省实际情况,我们组织编写了一套劳动技术课教材,供我省全日制普通中学试用。

现已出版的劳动技术课教材有《植物栽培》、《动物饲养》、《花卉与盆景》、《岭南果树栽培技术》、《水产养殖》、《木工》、《电工》(高中本)、《电工常识》(初中本)、《家用电器》、《柴油发电机组 摩托车》(上、下)、《英文打字》、《装潢·广告·商标》、《毛线编织》、《服装裁剪与缝制》、《识图与制图》、《BASIC 语言入门》、《BASIC 程序设计基础》、《电脑文书编辑》、《电脑图文编辑》、《电脑绘画入门》、《急救常识》和《实用化学技术》共 22 种。以后还将陆续出版其他内容的劳动技术课教材。

劳动技术课是全日制普通中学的一门必修课程,是实施劳动教育的主要途径,是中学素质教育中应当加强的一个方面。各校应从有利于使学生初步掌握一些生产劳动或通用的职业技术的基础知识和基本技能出发,并根据本地方和本校的实际情况,选用教材。

本书包括电的基础知识及照明电路、常用电工仪表、变压器和电动机等的有关知识,为帮助读者掌握电工技术,配备了较多的学习内容。教学中应充分运用直观教具,并尽可能进行现场教学,重视培养学生的动手能力,努力把技术教育和劳动实践结合起来。

希望广大师生在试用过程中对本书提出宝贵意见。

本书由杨明逵策划,华南师大附中雷庆强、彭国雄、王念执笔,王佳生组织审稿。

# 目 录

## 第一章 电

|   |                    |    |
|---|--------------------|----|
| 一 | 电的基本知识 .....       | 1  |
| 二 | 电流、电压、电动势和电阻 ..... | 2  |
| 三 | 电路 .....           | 7  |
| 四 | 实习：测量电流强度和电压 ..... | 10 |
| 五 | 实习：万用电表的使用 .....   | 12 |
| 六 | 电功率和耗电量 .....      | 17 |
| 七 | 实习：测定小灯泡的功率 .....  | 19 |

## 第二章 交流电

|   |                      |    |
|---|----------------------|----|
| 一 | 交流电的产生和变化规律 .....    | 21 |
| 二 | 描述交流电的物理量 .....      | 26 |
| 三 | 三相交流电 .....          | 30 |
| 四 | 纯电阻电路 .....          | 31 |
| 五 | 纯电感电路 .....          | 33 |
| 六 | 纯电容电路 .....          | 37 |
| 七 | 电感和电容对交流电相位的影响 ..... | 40 |
| 八 | 交流电的功率 功率因数 .....    | 42 |

### 第三章 照明电路

|    |                        |    |
|----|------------------------|----|
| 一  | 照明灯具 .....             | 47 |
| 二  | 安全用电 .....             | 50 |
| 三  | 灯座和开关 .....            | 51 |
| 四  | 实习：灯座和开关的拆装 .....      | 56 |
| 五  | 插座和插头 .....            | 57 |
| 六  | 导线和保险丝 .....           | 58 |
| 七  | 照明布线 .....             | 59 |
| 八  | 室内照明电路安装的技术要求和步骤 ..... | 65 |
| 九  | 实习：白炽灯和插座电路的安装 .....   | 67 |
| 一〇 | 日光灯 .....              | 68 |
| 一一 | 实习：日光灯电路的安装 .....      | 71 |
| 一二 | 照明电路故障的检修 .....        | 71 |
| 一三 | 实习：自制台灯 .....          | 74 |

### 第四章 电工仪表

|   |                         |    |
|---|-------------------------|----|
| 一 | 常见电工仪表的构造及原理 .....      | 75 |
| 二 | 实习：电度表和电度表的安装 .....     | 80 |
| 三 | 实习：兆欧表和兆欧表的使用 .....     | 84 |
| 四 | 实习：钳形电流表和钳形电流表的使用 ..... | 90 |
| 五 | 实习：功率表和功率表的使用 .....     | 92 |

### 第五章 变压器

|   |                   |    |
|---|-------------------|----|
| 一 | 变压器的结构和工作原理 ..... | 95 |
| 二 | 特殊变压器 .....       | 98 |

|   |                             |     |
|---|-----------------------------|-----|
| 三 | 小功率变压器的简易设计 .....           | 103 |
| 四 | 小电源变压器的绕制工艺 .....           | 108 |
| 五 | 实习：制作小功率电源变压器 .....         | 113 |
| 六 | 实习：制作可调压的稳压直流电源 .....       | 114 |
| 七 | 实习：制作断电应急照明装置 .....         | 116 |
| 八 | 实习：制作用干电池点亮日光灯的逆变器<br>..... | 118 |

## 第六章 电动机

|     |                                          |     |
|-----|------------------------------------------|-----|
| 一   | 三相感应电动机的结构 .....                         | 120 |
| 二   | 三相感应电动机的原理 .....                         | 124 |
| 三   | 三相感应电动机的铭牌 .....                         | 128 |
| 四   | 实习：三相感应电动机绕组头尾的判断、<br>空载运行、反转和缺相运行 ..... | 132 |
| 五   | 三相感应电动机的起动 .....                         | 136 |
| 六   | 三相感应电动机的控制 .....                         | 139 |
| 七   | 实习：三相感应电动机的控制 .....                      | 145 |
| 八   | 三相感应电动机运行时的监视 .....                      | 147 |
| 九   | 单相感应电动机 .....                            | 150 |
| 一〇  | 实习：电容式电动机的调速及换向 .....                    | 152 |
| 一一  | 直流电动机 .....                              | 153 |
| 一二  | 实习：制作直流电动机模型 .....                       | 156 |
| 附录一 | 圆型保险铅丝的额定电流 .....                        | 161 |
| 附录二 | 220伏特照明电路的电线和电气装置的配用<br>.....            | 162 |
| 附录三 | 常用电线的型号和主要用途 .....                       | 162 |

|      |                                       |     |
|------|---------------------------------------|-----|
| 附录四  | 导线在不同环境温度下的安全载流量 .....                | 164 |
| 附录五  | 橡皮绝缘纱编织软线(花线)的主要规格 .....              | 165 |
| 附录六  | 聚氯乙烯绝缘导线(胶质线)的规格 .....                | 166 |
| 附录七  | 常用小功率变压器标准铁心片规格尺寸参数表<br>.....         | 167 |
| 附录八  | 常用小功率电源变压器绕制参数 .....                  | 169 |
| 附录九  | 常用JO <sub>2</sub> 系列感应电动机系列技术数据 ..... | 170 |
| 附录一〇 | Y系列感应电动机规格表 .....                     | 171 |
| 附录一一 | 三相电动机的正、反转控制参考电路图.....                | 172 |

# 第一章 电

同学们对“电”并不生疏，从雷电的“电”、手电筒的“电”到电灯的“电”，大家都有初步的了解。《电工技术基础》课程是要和“电”打交道的，本章对“电”作简单的概述，并学会有关电路的简单计算。

## 一 电的基本知识

电荷有两种：正电荷和负电荷。我们知道，有些物质直接由原子构成，有些物质由分子构成，而分子也由原子构成；原子可以分为原子核和核外电子，原子核则由质子和中子组成。电子带负电荷，质子带正电荷。物体所带电荷的多少叫做电量，常用符号  $q$ （或  $Q$ ）表示，电量的单位是库仑。

通常物体不带电，是由于物体内的正、负电荷的电量相等，称为电中性。如果一个物体获得（或失去）电子，则物体带负电荷（或正电荷）。我们可以用摩擦的方法使物体带电，这叫做摩擦起电；也可以用静电感应的方法使物体带电，这叫做感应起电。带正电的物体和带等量负电的物体接触，物体都恢复成不带电的状态，这叫做电的中和。如果一个物体带的电荷很多，有可能发生“放电”现象，雷电便是其中一种放电现象。

有些物体容易导电，称为导体，导体内有较多的自由电荷（电子或离子）；有些物体不容易导电，称为绝缘体（又叫做电介质），绝缘体内的自由电荷很少。一条电线，线芯是导体，外表皮是绝缘体，是根据对导电的不同要求而选用的。

电荷的定向移动形成电流。要得到电流，物体中必须有自由电荷；要得到持续的电流，还必须有电源。金属导体内有大量可以移动的自由电子，在金属导体两端接上电源，就可以得到持续的电流。在导体内，正电荷和负电荷都可以作定向移动，把正电荷定向移动的方向规定为电流的方向。电路中的电流方向是由电源的正极出发经过用电器流到电源的负极。

电流分直流电和交流电两种：方向不变的电流叫做直流电；方向作周期性变化的电流叫做交流电。能供给直流电的电源叫直流电源，如干电池、蓄电池、钮扣电池和直流发电机都是直流电源；交流发电机是交流电源。

平常我们照明用的交流电是由发电站输送来的。发电站有水电站、热电站和核电站等形式。发电站离用户很远，它发出的交流电一般要经过变压器、输电和配电线路才到用户，这些线路在大地上纵横交错，组成电力网。正是因为有了电力网，城市和广大农村才能用上电，电对社会主义“四化”建设将会发挥越来越重要的作用。

## 二 电流、电压、电动势和电阻

为了表示电路中流过的电流的强弱，我们把1秒钟内通

过导体横截面的电量叫做电流强度，用公式  $I = \frac{Q}{t}$  表示，电流强度的单位是安培（符号是  $A$ ），

1 安培 = 1 库仑/秒。

常用的电流强度单位还有毫安（ $mA$ ）、微安（ $\mu A$ ）。

1 安培 = 1000 毫安

1 毫安 = 1000 微安

测量电路中的电流强度要使用电流表，刻度盘上以安培为单位的电流表叫安培表，标一个字母  $A$ ；刻度盘上以毫安为单位的叫毫安表，标字母  $mA$ ；刻度盘上以微安为单位的叫微安表，标字母  $\mu A$ 。

如果要用安培表测量某部分电路中的电流强度，必须把安培表串联在这部分电路里，让这部分电路上的电流从安培表的“+”接线柱流入，从“-”接线柱流出来。这两个接线柱不能接错，如果接错了，安培表的指针就要向没有刻度的那边偏转，损坏安培表。每个表都有一定的量程，通过安培表的电流强度不得超过这个测量范围，否则会烧坏安培表。使用时，如果不知道电流强度的大概数值，可以选用较大量程的安培表；如果测得电流强度太小，再选择适当的量程。绝对不允许不经过用电器而将安培表的两个接线柱直接连到电源的两极上，以免因电流过强而烧表。

要使电路中得到持续的电流，必须有电源。电源是提供“电压”的装置，“电压”是使自由电荷发生定向移动形成电流的原因。电压用字母  $U$  表示，电压的单位是伏特（符号是  $V$ ）。此外，常用的单位还有千伏（ $kV$ ）、毫伏（ $mV$ ）、微伏（ $\mu V$ ）等。

1 千伏 = 1000 伏特

1 伏特 = 1000 毫伏

1 毫伏 = 1000 微伏

测量某部分电路两端的电压要使用伏特表。使用伏特表时，必须把表跟这部分电路并联，并且必须把伏特表的“+”接线柱，接在跟电源正极相连的那端。使用伏特表时必须注意所测电压不得超过伏特表的量程。使用时一般先选用较大量程，如果待测电压太小，再选择适当的量程。

先后把一只、两只、三只、四只手电筒用的小灯泡并接在一起，再接在不太新的干电池的两个极，仔细观察可以发现接的灯泡越多，每个灯泡的亮度则变暗。如果这时用伏特表接在电源的两极，发现伏特表的读数有变化：接较多灯泡时伏特表的读数变小，接较少灯泡时伏特表的读数变大。我们把这时伏特表测出的电压称为“路端电压”。再让电路断开，即不接灯泡，用伏特表接在电源的两极，发现这时伏特表的读数比原来接有灯泡时的读数较大，我们称这时伏特表的读数等于电源的电动势。即是说，电源的电动势等于外电路断开时的路端电压。电动势是反映电源特性的一个物理量，同种电池（例如干电池）大小虽然不同，其电动势是相同的。例如干电池的电动势约为 1.5 伏，一节蓄电池的电动势约为 2 伏。人们平时所说“一节干电池的电压为 1.5 伏”，应改说为“一节干电池的电动势为 1.5 伏”较为合适。对于某个电源来说，我们可以认为其电动势是一定的。

导体中有电流流过时，导体对电流有阻碍作用，不同导体对电流的阻碍作用不同。为了反映导体阻碍电流的性质，用“电阻”这个物理量，电阻用符号  $R$  表示。常把导体两端

的电压跟通过这个导体的电流强度的比值来表示导体的电阻，即：

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

电阻的单位是欧姆（符号是 $\Omega$ ）。如果导体两端的电压是 1 伏特，通过的电流是 1 安培，那么这个导体的电阻就是 1 欧姆。

$$1 \text{ 欧姆} = \frac{1 \text{ 伏特}}{1 \text{ 安培}}。$$

比欧姆大的单位有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ），其关系是：

$$1 \text{ 千欧} = 1000 \text{ 欧姆} = 10^3 \text{ 欧姆}，$$

$$1 \text{ 兆欧} = 1000 \text{ 千欧} = 10^6 \text{ 欧姆}。$$

实验告诉我们：导体的电阻是导体本身的一种性质，导体的电阻跟它的长度成正比，跟它的横截面积成反比，这就是电阻定律。用公式可表示为：

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

式中  $l$  表示导线的长度，单位米。 $S$  表示导线的横截面积，单位米<sup>2</sup>。比例系数  $\rho$  跟导体的材料有关，叫做材料的电阻率。 $\rho$  的单位是欧姆·米（符号是 $\Omega \cdot m$ ）。材料的电阻率随温度而变化，下表列出了几种材料在 20℃ 时的电阻率（见第 6 页表）：

当导线的长度改变时，导线的电阻也跟着改变，电路中的电流强度也会随之改变，根据这个原理制成变阻器。实验室里常用的变阻器如图 1—1 所示。只要移动滑片  $P$ ， $A$ 、

| 材 料  | $\rho$ (欧·米)         |
|------|----------------------|
| 银    | $1.6 \times 10^{-8}$ |
| 铜    | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| 铝    | $2.9 \times 10^{-8}$ |
| 钨    | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| 铁    | $1.0 \times 10^{-7}$ |
| 锰 铜  | $4.4 \times 10^{-7}$ |
| 康 铜  | $5.0 \times 10^{-7}$ |
| 镍铬合金 | $1.0 \times 10^{-6}$ |

$C$  间或  $B$ 、 $D$  间的电阻就会改变。

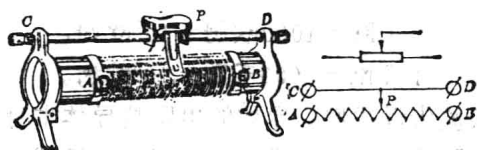


图 1—1

导体的电阻的测量方法很多，最方便的是用欧姆表。关于欧姆表的原理和使用，留在后面的实验里再作介绍。

当加在某一个电阻两端的电压发生变化时，流过这个导体的电流也发生变化。对一个导体来说，其电流强度  $I$ 、电压  $U$ 、电阻  $R$  之间有一定的关系：导体中的电流强度，跟这段导体两端的电压成正比，跟这段导体的电阻成反比。这就是欧姆定律。写成公式是：

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

式中  $I$ 、 $U$ 、 $R$  的单位分别为安培、伏特、欧姆。应用

欧姆定律公式时必须明确：公式中的  $I$ 、 $U$ 、 $R$  是同一段电路上的电流强度、电压和电阻。

### 三 电 路

为了使电源能向用电器（例如电灯、电铃、电动机、收音机等）供电，必须用导线把电源和用电器连接起来。为了能够随时使用电器接通或断开电源，还必须安装开关——电键。由电源、用电器及导线、电键等元件组成的电流路径，叫做电路。为了方便起见，国家用统一规定的符号来代表电路中的各种元件，我们便可利用这些符号画出表示电路连接情况的图，叫做电路图。

在一个电路里连接的用电器往往不只一个，电池也往往不只一节，例如给你两节干电池及三个小灯泡，有几种连接方法？

#### 1. 串联电路

把导体一个接一个地依次连接起来，就组成串联电路。如图 1—2 所示，就是三个灯泡（电阻分别为  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ）组成的串联电路。这种电路有以下特点：

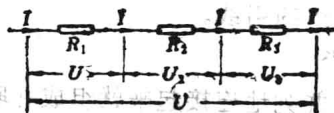


图 1—2

(1) 流过串联电路各电阻的电流强度相等。即：

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

(2) 串联电路两端的总电压等于各部分电路两端电压之和。即：

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

(3) 串联电路的总电阻等于各部分导体电阻之和。即：

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

(4) 串联电路中各个电阻两端的电压跟它的阻值成正比。即：

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U}{R} = I$$

利用串联电路可以增大电路中的电阻。如果电路的电压超过用电器的额定电压，可以在电路中串联一个电阻，以分去一部分电压，使用电器获得所需要的电压。这样的电路叫做分压电路，串联电阻的作用称为分压作用，起分压作用的电阻叫做分压电阻。

电池也可以串联而成串联电池组，如图 1—3 所示。串联电池组的总电动势等于各个电池电动势之和。利用串联电池组可以提高供电电压。实用中往往要用新旧程度相同的干电池接成串联电池组，但不能反接，即：一节电池的负极和另一节电池的正极相接，这节电池的正极和另一节电池的负极引线作为电池组的引线。

## 2. 并联电路

把几个导体并列地连接起来就组成并联电路。如图 1—4 所示就是由三个灯泡组成的并联电路。这种电路有如下特点：

(1) 并联电路中各支路两端的电压相等。即：



图 1 — 3

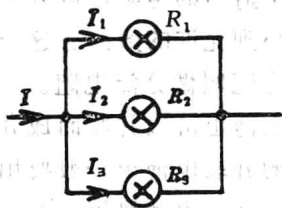


图 1 — 4

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

(2) 并联电路中的总电流强度等于各支路电流强度之和。即：

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

(3) 并联电路总电阻的倒数等于各支路电阻倒数之和。即：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

由  $R_1$ 、 $R_2$  两个电阻并联的总电阻为：

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

由  $n$  个相同电阻  $R_0$  并联的总电阻为：

$$R = \frac{R_0}{n}$$

(4) 并联电路中通过各支路的电流强度跟该支路的电阻成反比。即：

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3 = I R = U$$

利用并联电路可以减小电路中的电阻。如果电路中的电