

中学劳动技术课本

# 电工技术基础

---

DIANGONG JISHU JICHU



上海教育出版社

责任编辑 卢 敏

中学劳动技术课本

**电工技术基础**

中学劳动技术教材编写组编

上海教育出版社出版

(上海水福路123号)

本书由上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.5 字数 97,000

1984年7月第1版 1984年7月第1次印刷

印数 1-130,600本

统一书号: 7150·3243 定价: 0.38元

# 前 言

劳动技术教育课是普通中学的一门必修课。开设这门课的目的，在于培养学生的劳动观点、劳动习惯，让学生掌握一些基本的生产技术知识和劳动技能，既能动脑又能动手，为毕业后的升学和就业打下一定的基础。这门课的内容，主要包括工农业生产劳动、服务性劳动以及公益劳动，其中既有比较简单的劳动，也有现代的比较复杂的劳动。

为了适应劳动技术课的教学需要，我们编写了这套《中学劳动技术课本》。根据各年级文化课的教学内容和学生的年龄特点，这套教材初步确定下列一些劳动技术项目：

- 初一年级 植物栽培、花卉栽培、工艺制作、编织；
- 初二年级 动物饲养、烹饪、工艺制作、刺绣；
- 初三年级 测量、缝纫、电工技术基础、木工、泥工、漆工；
- 高一年级 制图、机械、金工、木工、泥工；
- 高二年级 电工技术基础、电子技术基础、电子计算机、化学分析基础知识与应用；
- 高三年级 电子技术基础、物质分离及其应用、粘接技术。

这套教材我们将分专题陆续分批地编写和出版。

这套教材的编写原则是理论与实践相结合。既注意动脑，又注意动手，安排了实验课和实习课；重视基本劳动工具的使用和生产上基本维修技术的训练，注意适当扩大基础知识的应用。

在教学中,还要联系实际,对学生加强劳动观点教育,爱护劳动工具、劳动材料的教育,安全生产的教育;遵守劳动纪律和劳动道德的教育等等,以培养学生良好的劳动习惯。

劳动技术课是一门新的课程,编写这门课的教材也是一项新的工作,从内容的选择到编写都还缺少经验。我们恳切地希望有关方面的专家和师生在使用中提出宝贵的意见和建议,以便今后不断修改、充实和提高。

**中学劳动技术教材编写组**

一九八四年一月

# 目 录

<b>第一章 电工基础</b> .....	1
第一节 电路的组成 .....	1
第二节 电源和电压 .....	3
第三节 电流强度 电阻 .....	7
第四节 部分电路欧姆定律和导体的串、并联 .....	13
第五节 电功和电功率 .....	19
第六节 电流热效应 电热器 .....	24
第七节 基本的磁现象 .....	27
第八节 电磁现象 .....	30
第九节 电磁感应 .....	35
<b>第二章 照明电路的安装和维修</b> .....	41
第一节 安全用电的基本知识 .....	41
第二节 进户线与总配电板 .....	47
第三节 照明电路 .....	53
第四节 白炽灯的安装 .....	59
第五节 日光灯的安装 .....	64
第六节 照明电路的故障分析和检修 .....	69
<b>第三章 万用表原理和使用</b> .....	73
第一节 磁电式仪表 .....	73
第二节 电压表量程的扩大 .....	78
第三节 电流表量程的扩大 .....	80
第四节 电阻表基本原理 .....	85
第五节 万用表使用常识 .....	88

第四章 绕制小型变压器.....	92
第一节 变压器的构造与原理 .....	92
第二节 小型变压器的设计 .....	94
第三节 绕制小型变压器 .....	98
第五章 三相异步电动机 ..	107
第一节 三相异步电动机的构造及原理 .....	107
第二节 电动机的铭牌及使用常识 .....	112
第三节 电动机的保养 .....	117
第四节 电动机直接起动电路的安装 .....	124
第五节 电动机减压起动器的安装 .....	137

# 第一章 电工基础

## 第一节 电路的组成

### 一、电路的组成

无论在学校、家庭、工厂、商店都可以看到不少的电线将开关和各种灯具、电器等连接在一起。这种可以让电流通过的途径叫做电路。

电路一般由电源、负载、连接导线和控制开关等组成。图 1-1 就是手电筒电路。所谓电源就是将化学能、机械能和太阳能等非电能转化为电能的装置，如电池、发电机等。负载就是用电设备，如电灯、电炉、电动机等，它们将电能转化为光能、热能或机械能。导线将电源、用电器连接起来，从而传输电能。开关则控制电能。

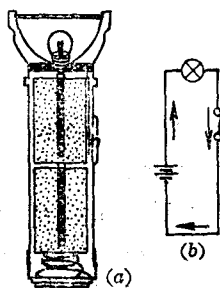


图 1-1 手电筒电路

电流从电源正极出发，按顺序通过导线、开关、用电器，又回到电源负极的电路叫做通路或闭合电路。如果电流只通过导线、开关等，而不通过用电器就回到电源的电路叫做短路。短路时，电流极大，有一定的破坏作用，在实际应用中必须加以防止。如果电路中有一处断开，电路中又没有电流通过，这种电路叫做断路或开路。

在生产实践中，为了便于设计、施工和修理，常常将电路

中的各种实物用统一规定的符号加以表示。图 1-2 就是国家规定的几种电路元件的符号。用规定的符号表示电路连接情况的图叫做电路图。图 1-1(b) 是手电筒电路的电路图。

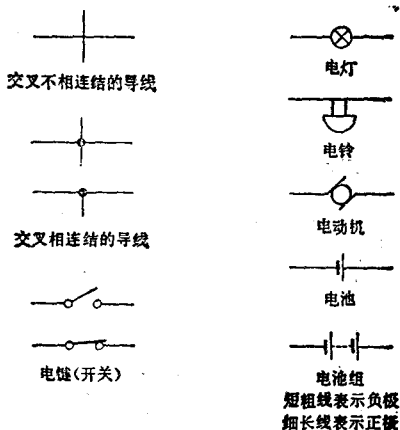


图 1-2 几种电路元件的符号

## 二、用电器的串联和并联

在实际电路中，用电器往往不是一个，例如家庭中的电灯、电熨斗、电视机、电冰箱等等，既要同时使用，又要互不影响，那就涉及到用电器的连接方法。常用的连接方法有二种。一种是把几个用电器顺次地连接在电源两端，电流顺次通过每一个用电器。这种连接方法叫做串联，见图 1-3。串联电路中，如果其中有一个元件断开，整个电路就没有电流通过。

另一种是把几个用电器并列后接在电源的两端，干路中的电流在节点处分成几个支路，电流分别通过每一个支路中的用电器。这种连接方法叫做并联，见图 1-4。并联电路中，如果有一个支路断开，其他支路中仍有电流通过；但是，如果有一个支路短路，那么整个电路就成为短路。



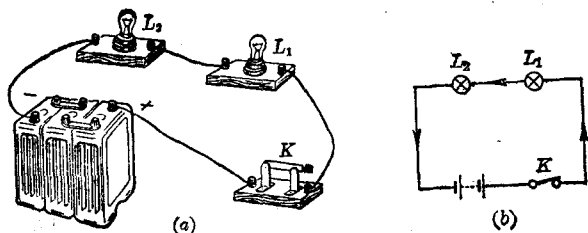


图 1-3 串联电路

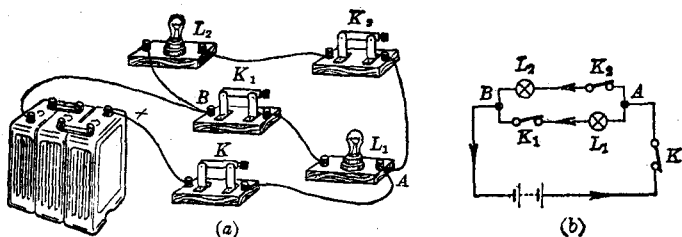


图 1-4 并联电路

在实际应用中,为了供电需要,有时将电源串联或并联起来使用。同样,也有将开关串联或并联起来使用的。

## 第二节 电源和电压

### 一、电源

电源是一种将其他形式的能转化为电能的装置,常用的电源是电池和发电机。把机械能以外的其他形式的能转化为电能的电源叫做电池。例如干电池、蓄电池等化学电池,它们将化学能转化为电能;硅光电池则将太阳能转化为电能。发电机则是一种将机械能转化为电能的装置。

把两种不同的导体，例如铜片和锌片，放在硫酸铜溶液中，可以做成一个最简单的化学电池，见图 1-5。这两种导体叫做电池的电极，通过导体和溶液的化学反应，铜片上聚集了多余的正电荷，锌片上聚集了多余的负电荷，因此它们分别叫做电池的正极和负极。图 1-6 是干电池和蓄电池的剖视图。

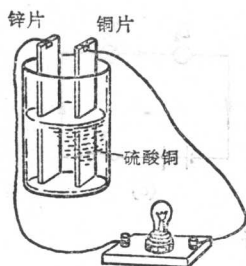


图 1-5 简单的化学电池

将导线、开关、用电器等组成的电路，连接在电池的两极之间。合上开关，正电荷从电池的正极出发，经过电池以外的电路，回到电池的负极，这种电荷的定向移动形成电流。物理学中还规定把正电荷定向移动的方向定作电流的方向。

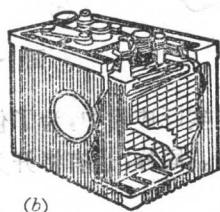
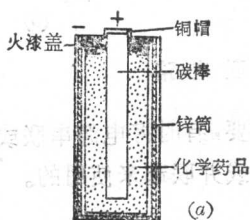


图 1-6 干电池和蓄电池

## 二、电压

河水的流动是因为河流的上、下游之间存在着水位差。与此相似，电路中的自由电荷要发生定向移动，电路的两端也必须有电位差。电源两极正、负电荷的聚集，实质上就使电源两极之间产生了电位差。当外电路连接到电源两极之间时，就可以使电路中的自由电荷发生定向移动形成电流。电路两端的电位差，物理学上叫做电压，用  $U$  表示。如果电源两端的电

位差的大小和极性恒定不变，电路中就形成大小、极性都不随时间变化而变化的直流电。如果电源两端电位差的大小和极性随时间的变化而变化，电路中就形成大小、极性随时间变化而变化的交流电。

电压的大小与电路中通过的电荷多少有关，电荷的多少叫做电量，用符号  $Q$  表示，电量的单位是库仑。电压的大小还和电流所做的功有关。所以物理学中规定：在某段电路中，每通过 1 库仑电量时，如果电流所做的功是 1 焦耳，那么这段电路两端的电压就是 1 伏特。一个干电池的电压是 1.5 伏特，表示在一节干电池组成的电路中，每通过 1 库仑电量时电流做 1.5 焦耳的功。

电压的常用单位是伏特，用符号  $V$  表示。此外还有千伏 ( $kV$ ) 和毫伏 ( $mV$ )。

$$1 \text{ 千伏} = 1000 \text{ 伏特,}$$

$$1 \text{ 伏特} = 1000 \text{ 毫伏.}$$

### 三、电压的测量

电压的大小可以用电压表测量。电压表的读数如果以伏特为单位，就叫做伏特表，通常在表面标有字母“ $V$ ”。电压表的读数如果以毫伏为单位，就叫做毫伏表，表面标有字母“ $mV$ ”。它们在电路中的符号分别是  $\textcircled{V}$  和  $\textcircled{mV}$ 。

使用电压表必须注意以下几点：

1. 电压表的量程必须大于被测电路两端的电压。

每个电压表都有一个最大测量范围，这个最大测量范围简称量程。例如图 1-7(a) 为直流伏特表，图 1-7(b) 为交流伏特表，它们的量程均为  $0 \sim 400$  伏特；图 1-7(c) 为实验室中常用的具有两个量程的伏特表。

如果不知被测电路两端的电压，应先作估计。如无法估

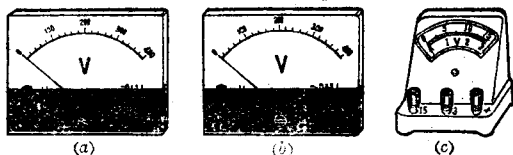


图 1-7 电压表

计,则可在电压表两个接线柱上接两根导线,把导线的两端与被测电路的两端作短暂接触,如果指针偏转超过最大刻度,就更更换较大量程的电压表;如果指针偏转很小,就更更换较小量程的电压表。

2. 电压表必须与被测电路并联。

例如要测量图 1-8 所示电路中灯泡  $L_2$  两端的电压,必须把伏特表并联在灯泡  $L_2$  的两端。

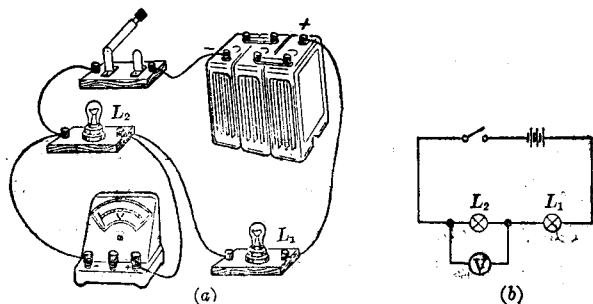


图 1-8 用伏特表测  $L_2$  两端电压

电压表有直流电压表和交流电压表之分,它们分别用于直流电路和交流电路。直流电压表的表面标有“DC”或符号“-”。交流电压表的表面标有“AC”或符号“~”。直流电压表的接线柱上有“+”、“-”符号标明。使用时,电压表的正接线柱要接在直流电路上电流流入的一端;负接线柱要接电

路上电流流出的一端,见图 1-8。如果接错,指针反转,那么指针和电表的转动部分将被打坏。

### 3. 注意读数的正确性。

电压表指针偏转后所指的位置就是被测电路两端的电压数值。使用前应看电压表的指针是否正好指在“0”位,如果不是,应该调节电压表中间的调零旋钮,使指针正好指在“0”位,才能使用。使用前还要分清电压表上每一分度所代表的数值,读数时要注意视线应和表面垂直。

## 第三节 电流强度 电阻

### 一、电流强度

电流通过不同的电路时,每秒钟内通过导体横截面的电量不一定相同。每秒钟通过导体横截面的电量越多,电流越强;通过导体横截面的电量越少,电流越弱。电流的强弱用电流强度表示。

1 秒钟内通过导体横截面的电量叫做电流强度,用  $I$  表示。其数学表达式为

$$I = \frac{Q}{t}.$$

电流强度的单位是安培,用符号  $A$  表示。如果 1 秒钟内通过导体横截面的电量是 1 库仑,那么导体中的电流强度就是 1 安培。

电流强度的常用单位还有:毫安(mA)、微安( $\mu A$ )。

1 安培 = 1000 毫安, 1 毫安 = 1000 微安。

### 二、电流强度的测量

电流强度的大小可用电流表测量。电流表的读数,如果

以安培做单位，就叫做安培表，如图 1-9 表面上标有“A”字。同理，电流表的读数如果以毫安或微安做单位，就叫做毫安表、微安表，表面上分别标有“mA”或“ $\mu\text{A}$ ”，它们在电路中的符号分别是  $\text{A}$ 、 $\text{mA}$  和  $\mu\text{A}$ 。

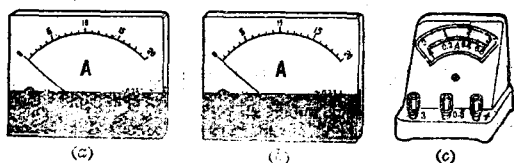


图 1-9 电 流 表

使用电流表必须注意以下几点：

1. 电流表的量程必须大于被测电路中通过的电流。
2. 电流表必须串联在被测电路中。

这是使用电流表与使用电压表的重要区别之一。图 1-10 是用安培表测并联电路总电流强度的电路图。使用直流电流表也要注意电流表正接线柱要接在电流流入的一端，负接线柱要接在电流流出的一端。要让被测电流全部通过电流表。

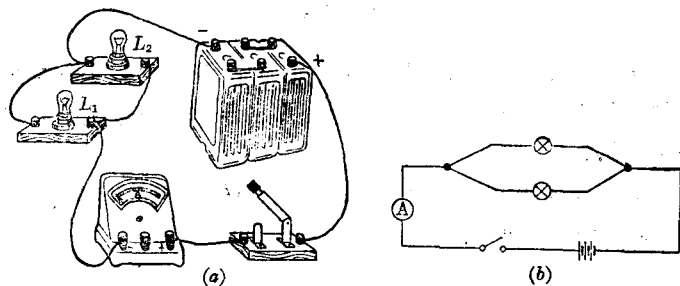


图 1-10 用安培表测并联电路的总电流强度

3. 电流表绝对不允许不经过用电器, 而将电流表直接连在电源的两极。

因为这样的连接相当于短路, 通过电流表的电流极大, 会烧坏电流表。电压表只要在量程范围内是可以直接测量电源两极电压的。这也是电流表和电压表的重要区别。

4. 注意读数的正确性。

### 三、导体的电阻

取一块木板, 固定四根金属导线  $AB$ 、 $CD$ 、 $EF$ 、 $GH$ 。  $AB$  和  $CD$  是两根材料不同, 长短、横截面积相同的金属导线。  $EF$  与  $AB$  是材料和长短相同, 但  $EF$  的横截面积是  $AB$  的二倍。  $GH$  与  $AB$  是材料和横截面积相同, 但  $GH$  的长度是  $AB$  的一半。按图 1-11 把导线  $AB$  接入电路。用改变蓄电池的只数来改变导线  $AB$  两端的电压, 分别读出安培表和伏特表的读数。测得的数据如表 1-1 所记载。

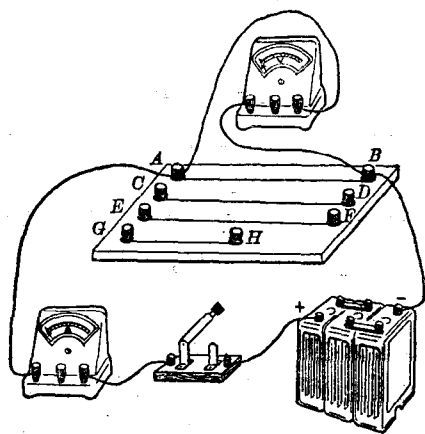


图 1-11 测定导线的电阻

表 1-1

导 线 AB	
电 压 (伏)	电 流 强 度 (安)
2	0.2
4	0.4
6	0.6

表 1-2

导 线 CD	
电 压 (伏)	电 流 强 度 (安)
2	0.45
4	0.91
6	1.36

将电路中的导线 AB 改为导线 CD, 重复上面的实验, 测得的数据如表 1-2 所记载。

分析比较这二个实验中得到的数据, 不难看出, 同一根导线上虽然电压和电流强度的读数不同, 但是导线两端的电压和通过导线的电流强度之比却是一个恒量。这个比值反映了导体本身的一种性质。

归纳上述分析: 导体两端的电压  $U$  和通过导体的电流强度  $I$  之比反映了导体对电流的阻碍作用。这种导体对电流的阻碍作用叫做导体的电阻, 用  $R$  表示。它的数学表达式是

$$R = \frac{U}{I}。$$

电阻的单位是欧姆, 用符号  $\Omega$  表示。

如果导体两端的电压是 1 伏特, 通过导体的电流强度是 1 安培, 那么这个导体的电阻就是 1 欧姆。

电阻的常用单位还有千欧 ( $k\Omega$ ) 和兆欧 ( $M\Omega$ )。

1 千欧 = 1000 欧姆,

1 兆欧 = 1000 千欧。

#### 四、决定导体电阻的主要因素

把前面的实验继续做下去。将电路中的导线 CD 改为导线 EF, 测得的数据记录在表 1-3 中。再将电路中的导线 EF 改为导线 GH, 把测得的数据记载在表 1-4 中。



表 1-3

导 线 EF	
电 压 (伏)	电 流 强 度 (安)
2	0.4
4	0.8
6	1.2

表 1-4

导 线 GH	
电 压 (伏)	电 流 强 度 (安)
2	0.4
4	0.8
6	1.2

分析这四个实验可得出：导线 *AB* 与导线 *CD* 的长度和截面积相同，但材料不同，从表 1-1 和表 1-2 的实验结果可以算出导线 *AB* 与导线 *CD* 的电阻值是不同的，这表明导体的阻值大小与导体的材料有关。

导线 *AB* 与导线 *EF* 的材料和长度相同，但 *EF* 的横截面积是 *AB* 的二倍，从表 1-1 和表 1-3 的数据可以算出导线 *AB* 的电阻值是导线 *EF* 电阻值的二倍。显然，导体的电阻与导体的横截面积有关，导体的横截面积越大，电阻越小。

表 1-5

	材 料	电 阻 ( $\Omega$ )
纯	银	0.016
	铜	0.017
金	铝	0.029
	钨	0.053
属	铁	0.10
	锰铜(85%铜、3%镍、12%锰)	0.44
合	康铜(54%铜、46%镍)	0.50
	镍铬合金(67.5%镍、15%铬、16%铁、1.5%锰)	1.0
绝 缘 体	赛璐珞	$1 \times 10^{14}$
	电木	$1 \times 10^{16} - 1 \times 10^{20}$
	橡胶	$1 \times 10^{19} - 1 \times 10^{22}$