

● 全国就业训练家用电器修理类统编教材

电工与电子基础

第二版



中国劳动出版社

全国就业训练家用电器修理类统编教材

电工与电子基础

劳动部教材办公室组织编写

中国劳动出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工与电子基础/彭昆湘等编. —2版. —北京: 中国劳动出版社, 1998

全国就业训练家用电器修理类统编教材

ISBN 7-5045-2220-1

I. 电… I. 彭… III. ①电工学-技术培训-教材 ②电子技术-技术培训-教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 06630 号

中国劳动出版社出版

(100029 北京市惠新东街1号)

责任编辑 胡长建

国防工业出版社印刷厂印刷 新华书店总店北京发行所发行

1989年1月第1版 1998年5月第2版北京第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 5.5

字数: 122千字 印数: 7000册

定价: 7.60元

说 明

本书是全国就业训练家用电器修理类统编第二版修订教材，主要内容有：电的基本知识、直流电路、电功率、磁场与电磁感应、电感与电容、交流电的基本概念、单相交流电路、变压器、电动机、半导体、晶体管交流放大器、整流与稳压电路、晶闸管。

本书由彭昆湘、李高梅、李宁编写；魏金汉审稿。

《电工与电子基础》第一版是由周书兰、谢重保、肖迺文编写，周书兰主编；安德春、林思芳审稿，安德春主审。

本教材可供职业学校、在职培训及自学使用。

第一版 前 言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，原劳动人事部培训就业局于1986年7月委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写适合初中就业以上文化程度青年使用的、分半年与一年两种学制的教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、丝织、幼儿保教、财会等十六个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用教材。其他专业的就业训练教材，将分期分批地组织编写。这套教材，培训其他人员亦可使用。

这次组织编写的教材，是按照党和国家有关的教育方针政策，本着改革的精神进行的，力求把需要就业的人员培养成为有良好职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者，突出操作技能的培训，以加强动手能力和处理实际问题的能力。

就业训练工作是一项新工作，参加编写这套教材的有关同志克服了重重困难，完成了教材的编写任务，对于他们的辛勤劳动表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，请各地有关同志在使用过程中，注

意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时告诉我们，以便再版时补充、修订，使其日趋完善。

劳动部培训司

一九八八年六月

第二版出版说明

自1986年以来,劳动部职业技能开发司会同中国劳动出版社已经组织编写了三批全国就业训练统编教材。这些教材,对推动就业(转业)训练工作和企业的初级技术工人培训工作发挥了积极作用,受到使用单位和广大读者欢迎。但是,通过几年的教学实践,反映出教材尚存一些不足,如:有些教材的内容偏深、偏难,有些专业的教材分工、配合、协调不够,还有些教材存在一些差错,也不适应技术标准的不断更新。为了进一步完善教材,提高教学质量,适应新的培训工作需要,我们组织有关人员教材陆续进行了修订。

修订后的教材还会有不足之处,恳请各地有关同志,在使用过程中继续注意听取、汇集各方面的反映与意见,及时转告我们,以便进一步修订。

劳动部教材办公室

1998年3月

目 录

第一章 电的基本知识	1
§ 1—1 电场	1
§ 1—2 电势、电压与电流	3
§ 1—3 电阻	5
习 题	7
第二章 直流电路	8
§ 2—1 电路	8
§ 2—2 欧姆定律	9
§ 2—3 电阻的串联和并联	11
§ 2—4 闭合电路的欧姆定律	17
§ 2—5 电路中电位的计算	18
习 题	19
第三章 电功率	20
§ 3—1 电功和电功率	20
§ 3—2 电流的热效应	21
习 题	22
第四章 磁场与电磁感应	23
§ 4—1 磁场与磁力线	23
§ 4—2 电流产生的磁场及磁场对通电导体的 作用力	24
§ 4—3 电磁感应现象	27
§ 4—4 线圈中的感应电动势	29

§ 4—5 自感与互感	30
习 题	33
第五章 电感与电容	34
§ 5—1 线圈的电感量	34
§ 5—2 电容和电容器	36
§ 5—3 电容器的充放电现象	38
§ 5—4 电容器的串联和并联	39
§ 5—5 常见电容器及衡量指标	43
习 题	45
第六章 交流电的基本概念	46
§ 6—1 正弦电动势的产生	46
§ 6—2 相位、初相位和相位差	48
§ 6—3 周期、频率和角频率	50
§ 6—4 瞬时值、最大值和有效值	51
§ 6—5 交流电的三种表示方法	52
习 题	54
第七章 单相交流电路	55
§ 7—1 纯电阻电路	55
§ 7—2 纯电感电路	58
§ 7—3 纯电容电路	63
习 题	68
第八章 变压器	69
§ 8—1 变压器的用途及构造	69
§ 8—2 变压器的工作原理	71
§ 8—3 变压器的效率及额定值	74
习 题	75
第九章 电动机	76

§ 9—1	直流电动机的结构与工作原理	76
§ 9—2	直流电动机的分类及机械特性	81
§ 9—3	三相异步电动机的结构及工作原理	84
§ 9—4	同步电动机的结构与工作原理	87
习 题		94
第十章	半导体器件	95
§ 10—1	半导体与 PN 结	95
§ 10—2	半导体二极管	101
§ 10—3	半导体三极管	105
§ 10—4	二极管和三极管的检测	114
习 题		119
第十一章	晶体管交流放大器	120
§ 11—1	单管放大器	120
§ 11—2	晶体管多级放大器	124
§ 11—3	功率放大器	126
习 题		132
第十二章	直流电源	133
§ 12—1	单相整流电路	133
§ 12—2	滤波电路	138
§ 12—3	稳压电路	143
习 题		148
第十三章	晶闸管与可控整流	149
§ 13—1	晶闸管的结构及工作原理	149
§ 13—2	晶闸管整流电路	156
§ 13—3	晶闸管应用实例	160
习 题		162

第一章 电的基本知识

§ 1—1 电 场

一、电荷间的相互作用

自然界的电荷只有两种，即正电荷和负电荷。用绸子摩擦过的玻璃棒所带的电荷是正电荷，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷是负电荷。

电荷之间有相互作用，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。电荷间作用力的大小与哪些因素有关呢？下面通过一个实验来说明这个问题。如图 1—1 所示，在 A 处有一个带

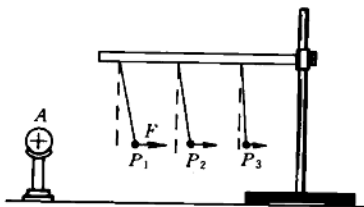


图 1—1 带电物体间的相互作用

正电的带电体，然后把带正电的小球，先后挂在 P_1 、 P_2 、 P_3 的位置。带电小球受到电力的大小，可以通过丝线对竖直方向的偏角大小显示出来。

实验表明，带电小球在 P_1 、 P_2 、 P_3 各点受到的电力依次

减小。所以，电荷之间的作用力随着距离的增大而减小。如果增大带电小球的电荷量，在同一个位置，小球受到的电力也增大。所以电荷之间的作用力随着电荷量的增大而增大。

电子带有最小的负电荷，质子带有最小的正电荷，它们的电荷量的绝对值相等。一个电子的电荷量：

$$e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

电荷量的单位是库仑 (C)。1C 的电荷量约等于 6.25×10^{18} 个电子的电荷量。

二、电场强度和电场线

1. 电场强度 任何力的作用都离不开物质。马拉车，马对车的拉力是通过绳子作媒介。电荷相互作用时并不直接接触，相互作用也是通过别的物质作媒介而发生的，这种物质就是电场。只要有电荷存在，在电荷周围就存在电场。

电场的最基本的性质是对放入其中的电荷有力的作用。如图 1—2 所示，在一个正电荷产生的电场中，把电荷量为 q 的正电荷先后放在 A 点和 B 点， q 在这两点受到的电场力为 F_A 和 F_B 。电学中用单位电荷在电场中某点所受的电场力来表示电场的强弱。

如果电荷 q 在电场中某一点受到的电场力为 F ，则：

$$E = \frac{F}{q}$$

式中 E ——电场强度，N/C；

F ——电场中某一点受到的力，N；

q ——带电体电量，C。

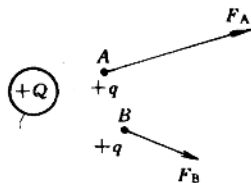


图 1—2 电场强度

2. 电场线 在电场中，每一点的电场强度都有一定的方向，

用一系列从正电荷出发到负电荷终止的曲线来表示电场，且这些曲线的切线方向都跟该点的场强方向一致，这些曲线就叫做电场线。图 1—3 和图 1—4 所示为点电荷的电场线。

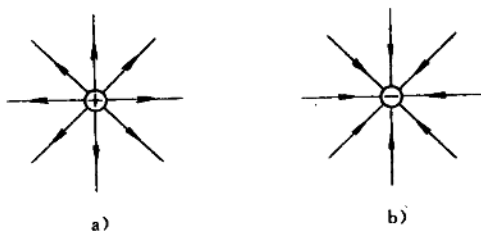


图 1—3 单个点电荷的电场线

a) 正电荷 b) 负电荷

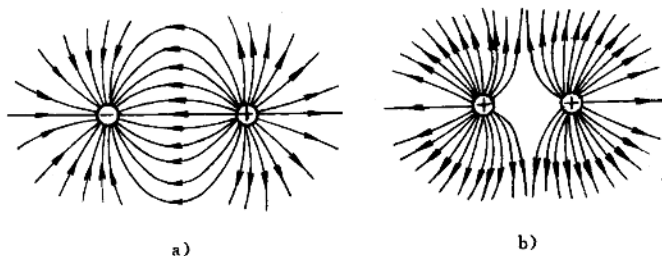


图 1—4 两个点电荷的电场线

a) 等量异种点电荷 b) 等量同种点电荷

§ 1—2 电势、电压与电流

一、电场力做功和电势

物体从高处下落，由于重力将做功，所以物体具有重力势能。电场中的电荷，在电场力的作用下移动时，电场力也

做功，所以电荷也具有势能，这种势能叫电势能。

如图 1—5 所示，在均匀强电场中，电荷从 A 点移到 B 点时，电场力做功，电荷的电势能减少。

$$W_A - W_B = Fl_{AB}$$

如果选图 1—5 中的 O 点为零电势能，则有：

$$W_A = Fl_{AO}$$

$$W_B = Fl_{BO}$$

又因为：

$$F = E \cdot q$$

所以

$$W_A = Eq l_{AO}$$

$$W_B = Eq l_{BO}$$

将电荷在电场中某点所具有的电势能与它的电荷量之比，称为该点的电势，通常称为电位，用 V 表示。

$$V_A = \frac{W_A}{q}, \quad V_B = \frac{W_B}{q}$$

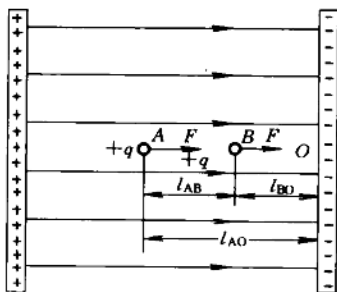


图 1—5 电场力做功

二、电压

电场内两点间的电位差，称为这两点间的电压。图 1—5

所示的 A 和 B 间的电压为:

$$V_A - V_B = \frac{W_A}{q} - \frac{W_B}{q}$$

经换算可得:

$$V_A - V_B = E \cdot l_{AB}$$

A 和 B 间的电压 U_{AB} 等于电场力作的功与电量的比值。

电压的单位是伏特, 符号是 V 。

三、电流

电荷的定向移动形成电流。要形成电流首先要有大量的能自由移动的电荷, 即自由电荷。导体内存在着大量脱离了原子核约束、作无规则热运动的自由电子。当导体两端存在电势差时, 在电场力的作用下, 自由电子定向移动, 形成电流。

将正电荷定向移动的方向, 规定为电流的方向。

在单位时间内通过导体截面的电量的多少称为电流, 用 I 表示。电流的单位是安培, 符号是 A 。

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

式中 Q ——电量, C ;

t ——时间, s ;

I ——电流, A 。

电流的大小一般用电流表测量。

§ 1—3 电 阻

自由电子在电压的作用下, 在导体内作定向运动时, 会受到其它粒子的影响, 使移动受阻。这种阻碍叫做导体的电阻。导体电阻的大小与导体材料的性质、几何尺寸和导体的

温度有关。通过实验表明，导体的电阻与其长度成正比，与横截面积成反比。电阻单位是欧姆，符号是 Ω 。

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

式中 l ——导体的长度，m；

S ——导体截面积， m^2 ；

ρ ——电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ ；

R ——导体电阻， Ω 。

表 1—1 所示是常见导体的电阻率。

表 1—1 常见导体的电阻率

材 料	电阻率 $\rho(\Omega \cdot \text{m})$
银	1.6×10^{-8}
铜	1.7×10^{-8}
铝	2.9×10^{-8}
钨	5.3×10^{-8}
铁	1.0×10^{-7}
锰铜(85%铜+3%镍+12%锰)	4.4×10^{-7}
康铜(54%铜+46%镍)	5.0×10^{-7}
镍铬合金(67.5%镍+15%铬 +16%铁+1.5%锰)	1.0×10^{-6}
电木	$10^{10} \sim 10^{14}$
橡胶	$10^{13} \sim 10^{16}$

当导体的温度降低至绝对零度附近时，有些导体的电阻率突然减小到零。这种现象叫超导现象，处于这种状态的物体叫超导体。

例 1 有一段长为 20 m 的均匀圆铜丝，截面积为 0.1 mm^2 ，求这段铜丝的电阻。

解： $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$

$$\begin{aligned}&=1.7 \times 10^{-8} \cdot \frac{20}{0.1 \times 10^{-6}} \\&=3.4 \text{ (}\Omega\text{)}\end{aligned}$$

习 题

1. 电荷之间的相互作用是靠什么来传递的？
2. 简述电势与电压的关系。
3. 为什么不同的导体其电阻不同？