 就业训练家用电器修理专业统编教材

电工与电子基础

试用



劳动人事出版社

电工与电子基础

(试 用)

劳动部培训司组织编写
责任编辑：张文樑 刘海勇

劳动人事出版社出版
(北京市和平里中街12号)
一二〇一印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 9.625印张 215千字
1989年1月北京第1版 1989年1月第1次印刷
印数：31 000册

ISBN 7-5045-0283-9/TM·017 (课) 定价3.20元

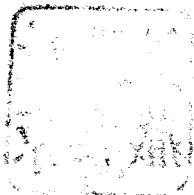
本书由劳动部培训司委托西安市劳动就业训练中心组织编写，供就业训练家用电器修理专业使用的统编教材。

本书根据就业前训练的实际要求，较系统全面地介绍了电的基本知识，直、交流电路的基本原理，电器元件的功能及实际应用，磁场、电磁感应的现象及原理，变压器、直流电动机、交流电动机的基本构造，工作原理以及电子元件、常用晶体管电路的原理及应用，并介绍了可控硅元件及电路的基本知识。

本书与《机械常识》、《家用电器修理基础》配套使用，学制为一年。

本书也可作为职业学校、在职培训及职工自学用书。

本书由周书兰、谢重保、肖迺文编写，周书兰主编；由安德春、林思芳审稿，安德春主审。



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毕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

目 录

第一章 电的基本知识

§ 1-1 电荷与电场	1
§ 1-2 电位、电压与电流	4
§ 1-3 电路和电路图	7
§ 1-4 电源及电动势	9
§ 1-5 电阻及电阻率	10
§ 1-6 电阻与温度的关系	13
§ 1-7 欧姆定律	14
习题	16

第二章 电能与电功率

§ 2-1 电功与电功率	18
§ 2-2 电源的功率和负载的功率	19
§ 2-3 电能及其度量	21
§ 2-4 电流的热效应	22
§ 2-5 效率	23
习题	24

第三章 直流电路

§ 3-1 电阻的串联	26
§ 3-2 电阻的并联	29
§ 3-3 电阻的混联	33
§ 3-4 电源的电动势和端电压	36
§ 3-5 电路中电位的计算	38

§ 3-6 基尔霍夫第一定律	39
§ 3-7 基尔霍夫第二定律	41
习题	44

第四章 磁场

§ 4-1 磁体与磁极	47
§ 4-2 磁场与磁力线	49
§ 4-3 电流的磁场	51
§ 4-4 磁场对通电导体的作用力	54
§ 4-5 磁感应强度和磁通	56
§ 4-6 平行通电导线间的作用力	58
习题	61

第五章 电磁感应

§ 5-1 电磁感应现象	65
§ 5-2 直导线中的感应电动势	67
§ 5-3 线圈中的感应电动势	69
§ 5-4 自感电动势	73
§ 5-5 互感电动势	76
习题	80

第六章 电容与电感

§ 6-1 线圈的电感量	85
§ 6-2 电容和电容器	88
§ 6-3 电容器的充电与放电	89
§ 6-4 常见电容器及衡量指标	91
§ 6-5 电容器的串联	93
§ 6-6 电容器的并联	95
习题	97

第七章 交流电的基本概念

§ 7-1	正弦电动势的产生	99
§ 7-2	相位、初相、相位差	101
§ 7-3	周期、频率、角频率	103
§ 7-4	瞬时值、最大值、有效值	104
§ 7-5	交流电的三种表示方法	105
	习题	107
第八章 单相交流电路		
§ 8-1	纯电阻电路	110
§ 8-2	纯电感电路	113
§ 8-3	纯电容电路	118
§ 8-4	RL 串联电路	123
§ 8-5	RC 串联电路	127
§ 8-6	提高功率因数的意义和方法	130
	习题	132
第九章 三相交流电路		
§ 9-1	三相交流电的产生	135
§ 9-2	电源的星形连接	136
§ 9-3	三相负载的联接	138
§ 9-4	三相功率的计算	143
	习题	145
第十章 铁磁材料和变压器		
§ 10-1	铁磁材料的磁化和导磁率	147
§ 10-2	磁路和磁路欧姆定律	150
§ 10-3	变压器的用途及构造	155
§ 10-4	变压器的工作原理	159
§ 10-5	变压器的效率和额定值	169
	习题	172

第十一章 交流电动机

§ 11-1	三相异步电动机的基本构造	175
§ 11-2	三相异步电动机的工作原理	178
§ 11-3	旋转磁场的转速和转向	183
§ 11-4	同步电动机的结构、工作原理	188
习题		195

第十二章 直流电动机

§ 12-1	基本结构	196
§ 12-2	工作原理	199
§ 12-3	直流电动机分类及机械性能	200
§ 12-4	直流电动机的铭牌	204
习题		206

第十三章 电气测量基本知识

§ 13-1	磁电系测量机构的工作原理	207
§ 13-2	电磁系测量机构	210
§ 13-3	电流表	213
§ 13-4	电压表	217
§ 13-5	万用表	219
§ 13-6	兆欧表	223
§ 13-7	感应系电度表	224
习题		226

第十四章 PN结和二极管

§ 14-1	P型和N型半导体	230
§ 14-2	PN结的形成及其导电特性	235
§ 14-3	二极管的结构及伏安特性	239
§ 14-4	万用表检测二极管	244
习题		245

第十五章 整流与滤波电路

§ 15-1 单相半波整流电路	247
§ 15-2 单相桥式整流电路	249
§ 15-3 滤波电路	251
§ 15-4 硅稳压管稳压电路	255
习题	257

第十六章 晶体三极管

§ 16-1 晶体三极管的结构	260
§ 16-2 三极管中的电流关系	261
§ 16-3 三极管的特性曲线	265
§ 16-4 三极管的电流放大系数	268
§ 16-5 三极管的简易测试	269
习题	273

第十七章 晶体管交流放大器简介

§ 17-1 单管放大器	275
§ 17-2 单管放大器应用举例	276
习题	280

第十八章 可控硅知识简介

§ 18-1 可控硅整流元件	282
§ 18-2 可控硅整流电路简介	292
§ 18-3 可控硅应用实例	294
习题	296

第一章 电的基本知识

§ 1-1 电荷与电场

一、电荷与电荷量

现代化学和物理学告诉我们，自然界的物质是由分子或原子组成的。分子是由原子组成的，原子是由原子核与绕核旋转的电子组成的。图1-1是氢和铝的原子结构示意图。

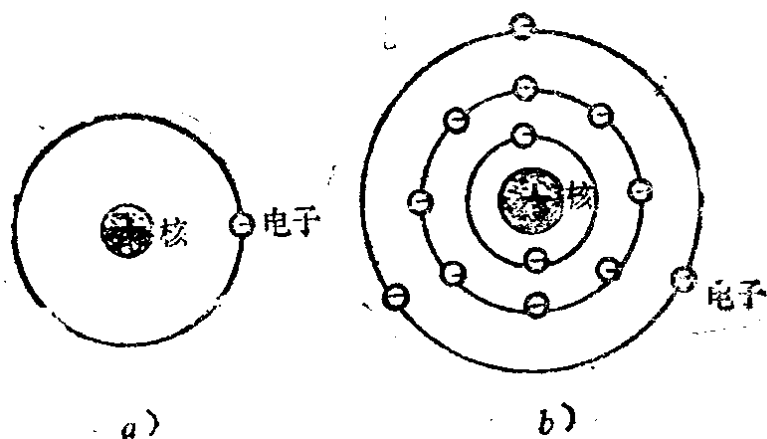


图 1-1 氢和铝的原子结构
a) 氢原子 b) 铝原子

原子核内有质子和中子。中子不带电，质子带有正电荷，电子带有负电荷。质子和电子是最小的带点质点，也就是最小的电荷（单位电荷）。

在不受外来影响时，任何原子里的质子数和电子数是相等，而每个质子和电子的电量又是相等的，所以原子带的正

负电荷数量相等，整个原子是中性的。

电子是沿轨道绕原子核旋转的，其轨道分为内层和外层。有些物质（金属）的原子中，最外层的电子与原子核结合较松，很容易脱离原子核的引力范围而自由运动，这样的电子被称为自由电子。而失去了电子的原子，就会显示出正电性。同样，若中性的原子获得电子时，也会显示负电性。

在通常的情况下，由于原子是中性的，因而物体也呈中性。但当物体经摩擦等原因获得电子时，物体就带上了负电；而失去电子的物体就带上了正电。

带电体所带电荷的多少，用电量（ Q 或 q ）来表示，单位为库仑。1库仑的电量，约等于 6.25×10^{18} 个电子的电量，电子的电量常用符号 e 表示， $e = 1.6 \times 10^{-19}$ 库仑。

二、电场

电荷的周围存在着叫做电场的特殊物质，它不是由分子、原子等构成的，但它却具有物质的基本属性——力和能的特性。电场作用在电荷上的力叫做电场力。同性电荷相排斥，异性电荷相吸引，这种带电体间的相互作用力，是通过电场来传递的，即是一个电荷的电场对另一个电荷的作用。

如图1-2所示，在正电荷 Q 的电场中，放入一个试验电荷 q_0 。

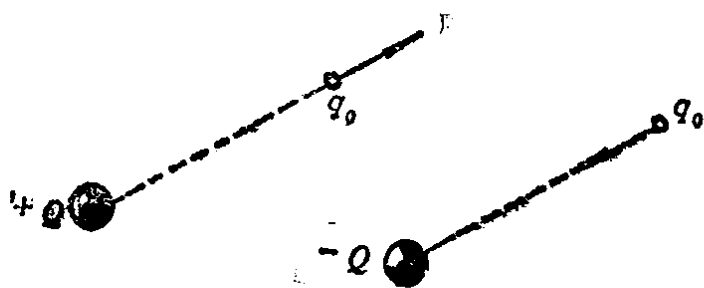


图 1-2 试验电荷在电场中的受力

如果不断改变试验电荷的带电量，并测量它所受的电场力，可以发现，若电量为 q_0 的试验电荷在电场某点受到的电场力为

若则电量为 $2q_0$ 、 $3q_0$ … nq_0 的试验电荷，在该点受到的电场力是 $2F$ 、 $3F$ … nF 。尽管这些电荷受力大小不同，但试验电荷所受的电场力跟实验电荷的电量之比，却是个常数，与实验电荷的带电量无关。由此可见，电荷在电场中某点受到的电场力 F 与它的电量之比，反映了该点电场的强弱，我们称它为电场强度，简称场强，用 E 表示。即：

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

式中 F ——电荷在电场所受的力，牛顿；

q ——电荷带电量，库仑。

电场强度是一个矢量，我们规定正电荷在电场中某点的受力方向，是该点的电场强度方向，负电荷受到的电场力与电场强度的方向相反。

对于图1-2所示电场，当试验电荷处于电场中不同点时，它所受的电场力不相等，这表明该电场中不同点的电场强度是不相等的，因此称这种电场为非均匀电场。

为了形象地表示电场的分布情况，常用假想的线条——电力线来描绘电场。电力线上任一点的切线方向，表示该点的电场（即场强）方向；电力线越密，表示电场越强。图1-3是点电荷电场中电力线的形状。图1-4是一对带有等量异

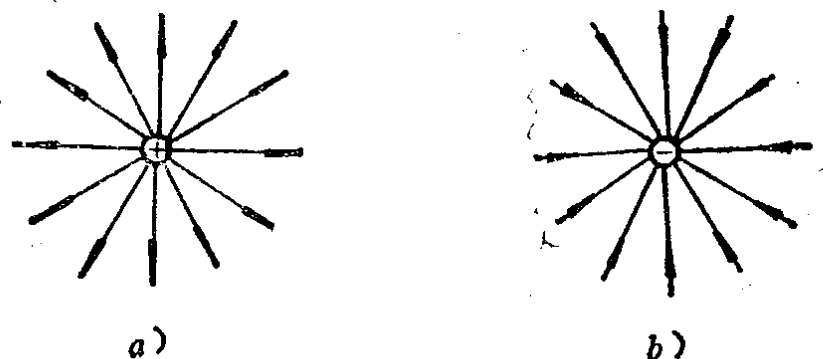


图 1-3 点电荷电场的电力线
a) 正的点电荷的电力线 b) 负的点电荷的电力线

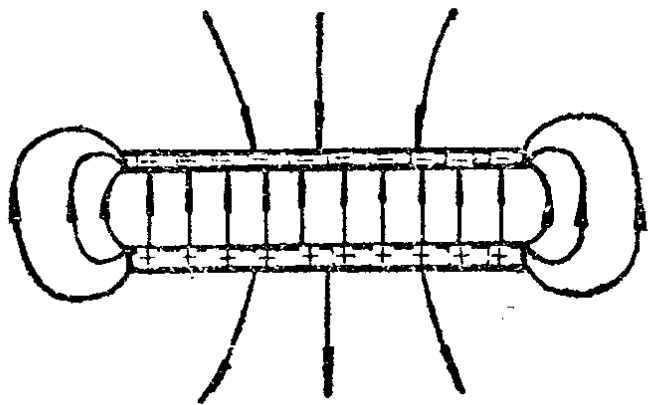


图 1-4 带正、负电荷的平行板周围的电力线

性电荷的平行板电极间的电场。除边缘附近外，两极板之间的电力线是平行且间隔相等的直线。这说明，极板间各点的电场强度相等。这样的电场叫做匀强电场。

§ 1-2 电位、电压与电流

一、电场力作功与电位能

我们知道，由于重力的作用，物体从高处下落，该过程中重力将做功，所以物体具有重力位能。同样，置于电场中的电荷在电场力的作用下移动时，电场力也做功，所以电荷也具有位能，这种位能叫电位能，用 W 表示。

在重力场中，物体的位置改变时，位能的变化量等于重力所作的功。同样，置于电场中的电荷移动时，电位能的变化量，也等于电场力所做的功。例如，在图1-5所示的匀强电场中，电荷从 A 点移到 B 点时，电场力作了功，电荷的位能减少，其减少量为：

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

当外力克服电场力，把电荷从 B 点又移回 A 点时，电场力作负功，电荷的位能增加，其增加量为：

$$W_A - W_B = Fl_{BA} = Eq l_{BA}$$

为了比较电荷在电场各点所具有的电位能，必须选择一个参考点作为比较的标准，即认为电荷在参考点上的电位能为零。这样，电荷在电场中任一点的电位能，都可用电场力将电荷从该点移到参考点时所作的功来表示。例如，若选图 1-5 中 O 点为参考点，那么电荷在电场中 A 点和 B 点时的电位能，便可分别表示为：

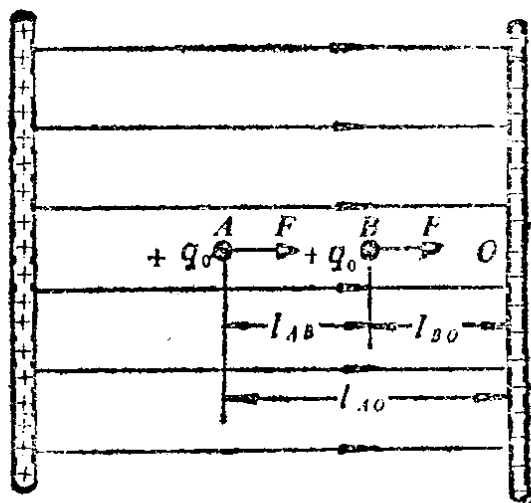


图 1-5 电场力移动电荷做功

$$W_A = Fl_{AO} = Eq l_{AO}$$

$$W_B = Fl_{BO} = Eq l_{BO}$$

二、电位与电压

从式 $W_A = Eq l_{AO}$ 可看出，电位能与电荷的电量成正比，即 q 越大， W_A 越大。但 W_A 与 q 的比值 $\frac{W_A}{q} = El_{AO}$ 却是由电场决定的，我们将电荷在电场中某点所具有的电位能与它的电量之比，称为该点的电位，用 U 表示，即：

$$U_A = \frac{W_A}{q}$$

从式中可看出，电场中某点的电位，就是单位正电荷在该点所具有的电位能。

电场内两点间的电位差，称为这两点间的电压，用 U_{AB} 表示，即：

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

由于 $U_A = \frac{W_A}{q}$, $U_B = \frac{W_B}{q}$, 所以:

$$U_{AB} = \frac{W_A - W_B}{q} = \frac{W_{AB}}{q}$$

从式中可见, 电场中两点间电压的大小, 等于电场力将单位正电荷从一点移到另一点时所做的功。

电压和电位的单位为伏特, 简称伏, 其辅助单位为千伏和毫伏, 换算关系为:

$$1 \text{ 千伏} = 1000 \text{ 伏}$$

$$1 \text{ 伏} = 1000 \text{ 毫伏}$$

电压的正方向, 规定为从高电位点指向低电位点, 即电位降的方向。

电压可用电压表来测量。测量时, 应将电压表跨接在被测两点之间, 如图1-6所示。

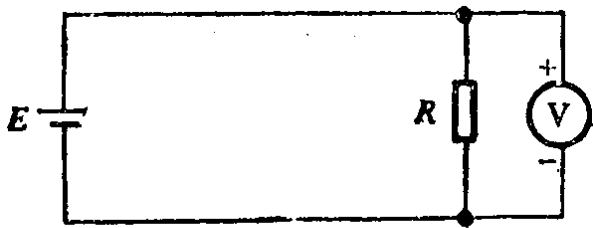


图 1-6 用电压表测量电压

三、电流

电荷的定向移动称为电流。产生电流的条件是导体两端存在电位差。

在金属类导体中, 通常存在很多脱离了原子核约束, 做无规则热运动的自由电子, 当导体两端存在电位差时, 它们便会在电场力的作用下定向移动, 从而形成电流。

在电解液等导体中, 电解质在溶剂的作用下, 能分解为正离子和负离子, 当有电位差存在时, 它们也会定向移动, 形成电流。

我们把正电荷定向移动的方向，规定为电流的方向。

为了衡量导体中电流的大小，我们把单位时间内通过导体截面的电量称为电流强度，简称电流，用 I 表示。即：

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

式中 Q ——电量，库仑；

t ——时间，秒；

I ——电流强度，安培（安）。

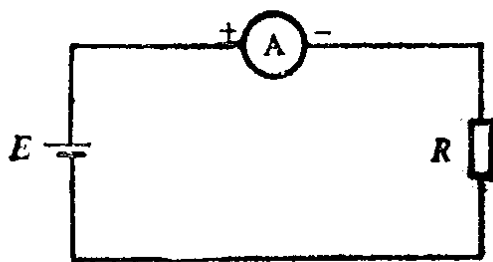


图 1-7 用电流表测量电流电路，如图1-7所示。

安培的辅助单位有毫安和微安，其换算关系为：

$$1\text{安} = 1000\text{毫安}$$

$$1\text{毫安} = 1000\text{微安}$$

电路中的电流可用电流表（或称安培表）来测量，测量时应将电流表串入被测

§ 1-3 电路和电路图

电路是电流流通的路径，通常由电源、负载、联接导线及开关等组成。

在电路中，电源是把其它能转换为电能的装置，负载是利用电能的装置，导线是连接电源与负载的通道，开关（又称电键或电闸）的作用是接通或断开电路。

例如，图1-8就是一个简单的电路。其中电源是干电池，它把化学能转换为电能；负载是电灯，它利用电流的热效应，将电能转换为光能。当开关闭合时，电流经导线流过电