

职业技术

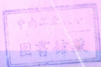
培训教材

上海市职业技术教育培训教材编审委员会 主编

家电维修基础知识

上海市就业训练中心 编

家电维修丛书·



上海科学普及出版社

职业技术



培训教材



封面设计：王幸 增南



ISBN 7-5427-1574-7



9 787542 715746 >

ISBN 7-5427-1574-7/TN·24

定 价： 9.00 元



家电维修丛书

职业技术培训教材

家电维修基础知识

上海市职业技术教育培训教材编审委员会主编

上海市就业训练中心编

上海科学普及出版社

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 田 文 刘瑞莲

家电维修丛书

家电维修基础知识

上海市职业技术教育培训教材编审委员会 主编

上海市就业训练中心 编

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.5 字数 158000

1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月第 1 次印刷

印数 1~5200

ISBN 7-5427-1574-7/TN·24 定价: 9.00 元

上海市职业技术教育培训教材编审委员会

名誉主任: 沈锡灿

主任: 阎友民

副主任: 华建芳 吴智仁

委员: 张赞明 李春明 顾国萍
陈家芳 周仁才 施聘贤

本书主编: 章雪影

主审: 张建国 张毓麟

编写: 章雪影 郑国明 庄宏展 王伟君

编写说明

《家电维修丛书》是专为家电维修工获得从业资格的岗位培训教材，是一门融电工电子基础知识、操作技能及家电维修知识为一体的教材。

本套教材由五个教学模块组成，一个基础模块和四个专业模块。基础模块主要有电工、电子常识和家电维修工具，测量仪表的使用，家电维修安全知识，以及机械传动常识等。专业模块是：家用电热电动器具维修；制冷设备维修；家用音频视频设备维修；办公自动化及设备维修。基础模块为各个专业模块打基础，与某一专业教学模块组合成特定的家电维修教材，其中打“*”内容是为音频视频维修专业服务的。

《家电维修丛书》教材编写遵循实用性原则，从岗位能力要求出发，参考鉴定（初、中级）考核的内容和要求，选择最基本和最必需的内容；遵循理论与实践相结合的原则，易于教学时边讲边练的一体化教学；遵循教材中的例举产品具有典型性、通用性、优越性原则，解剖“麻雀”，举一反三；教材编写采用了新技术、新国标。

下岗工人再就业培训教材的编写是一件较新的事物。由于涉及的知识面较广，而又要把这些知识在较短的时间里融为一体地传授给学生，确有一定的难度，因此在编写过程中难免会存在一些缺点和不足之处，恳切希望各位教师和专业技术人员提出宝贵意见，使本套教材更趋完善。

本套教材在编审过程中得到了张金贵、秦家琪、蒋关鸿、葛幼飞、陈瑾等专家的大力支持，在此表示感谢。

1998. 9. 5

前 言

要实现培养同现代化建设要求相适应的高素质劳动者和专门人才的战略任务，迫切需要大力发展职业教育和职业培训。因此，切实加强职业技术教育培训教材的开发与建设已成当务之急。

职业教育和就业培训的教材建设是发展职业教育和促进就业培训的一项基础性工作，是提高劳动者素质的重要保证。为了适应上海经济建设发展的需要，配合当前实施再就业培训和就业预备制培训工作的开展，急需开发技工学校教改教材、各类职业技术等级培训教材、转岗转业及就业培训教材、职业技能鉴定辅导教材、开发新专业（职业）新工种的培训教材、模块式和多媒体培训教材等等。总之，要通过各方努力，形成有上海特点的、突出技能训练的多层次、多规格、多品种的职业技术培训教材体系。

这次组织编写的教材涉及的行业和职业种类很多，但列入新开发的教材，严格按照国家颁发的《技术等级标准》、《岗位规范》技术要求编写，在内容上遵循理论联系实际的原则，力求由浅入深，通俗易懂，重点突出，具有较强的针对性和实用性。这些教材不但适用于职业技术教育，而且还适用从业人员的岗位培训、技术等级工培训，也适用于各企业职工的转岗转业的短期培训。

由于撰写时间仓促，教材中难免有错漏之处，敬请使用者提出批评和改进意见。

上海市职业技术教育培训教材编审委员会

1998年12月

目 录

第一章 电工学基础知识	1
第一节 电路及基本物理量	1
一、电路	1
二、电流	2
三、电位、电压、电动势	2
四、电阻	2
第二节 简单电路的计算	3
一、欧姆定律	3
二、全电路欧姆定律	4
三、电功与电功率	5
第三节 正弦交流电	6
一、正弦交流电的概念	6
二、正弦交流电的表示法	9
第四节 电气原理图的识读和绘制	9
一、方框图	10
二、电气原理图	10
三、接线图	10
第五节 家用电器常用元部件	11
一、微型电动机	11
二、电热元件	16
三、控制器	18
四、定时器	19
思考题	20
第二章 电子电路基本知识	21
第一节 常用电子元器件	21
一、电阻(电阻器)	21
二、电感(电感器)	25
三、电容(电容器)	27
四、晶体二极管	30

五、晶体三极管	31
第二节 整流、放大、开关电路	34
一、整流电路	34
二、整流与稳压电路	35
三、单管共发射极放大电路	36
四、脉冲及其五个参数	38
五、简单谐振电路及其选择性	38
思考题	41
第三章 常用工具、仪器及仪表	42
第一节 常用工具	42
一、常用电工、钳工工具	42
二、焊接工具	55
三、量具	58
四、万用表	59
五、兆欧表	63
六、钳形电流表	65
思考题	67
第四章 家电维修的安全知识	68
第一节 家用电子电器的安全保护措施及用电规程	68
一、家用电子电器的安全保护措施	68
二、用电规程	74
第二节 电气事故的处理	76
一、电气事故的类型及预防措施	76
二、触电后的急救	77
思考题	79
第五章 机械传动常识	80
第一节 带传动	80
一、带传动概述	80
二、V带传动的特点与使用范围	80
三、V带传动的正确使用	81
第二节 齿轮传动	82
一、齿轮传动的基本特点	82
二、齿轮传动的分类	82
三、圆柱齿轮传动机构的装配	83
第三节 拆装知识	84
一、拆卸前的准备	84
二、拆卸原则	84

三、常见的拆卸方法	85
四、装配知识	87
思考题	89
附录一	90
附录二	92
附录三	93

第一章

电工学基础知识

第一节 电路及基本物理量

一、电路

电路是电流的通路，就如引水灌田要有渠道，电的流动要有电路。电路通常由电源、负载、中间环节（开关、导线、变压器等）三个部分组成。手电筒电路是一个最简单的直流电路。图 1-1 (a) 是实物接线图，用

导线把干电池、灯泡和开关连接起来，当开关合上后，灯泡就会发光。为了避免画实物电路图的麻烦，通常把实际使用的常用电器用规定的符号来表示。用符号画成的电路叫做电路图，如图 1-1 (b) 所示。

这个电路里，干电池是供给电能的，叫做电源，灯泡是消耗电能的，叫做负载，开关是用来接通和断开电路的。电路中的电流从电源的正极 (+) 出发，经过导线、负载和开关再回到电源的负

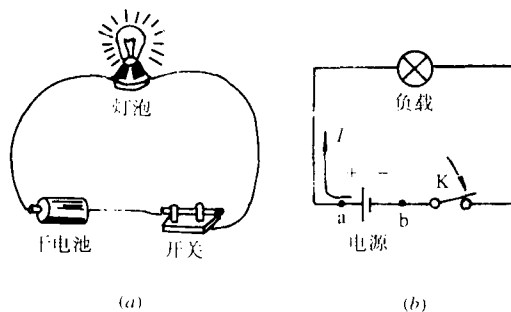


图 1-1 手电筒电路
(a) 实物图 (b) 电路图

极 (-)。这种电路称为完全电路或闭合电路。负载和导线仅仅是一部分, 叫做一段电路。

二、电流

合上电源开关能使电灯发光、电动机转动。这些发光、转动的现象, 都是由于有电流通过了电灯、电动机而产生的。

电流是由电荷(带电粒子)有规则的定向运动而形成的。

习惯上规定正电荷流动的方向为电流方向, 这和电子运动的方向相反。这种运动方向不变的电流, 叫做直流电。

电流的大小用电流强度来表示, 电流强度以每秒钟通过导体横截面积的电荷量来计算。它的数学表达式为

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

式中 Q ——电荷量(单位: 库伦、C)

t ——时间(单位: 秒、s)

电流 I 的单位叫安培, 简称“安”, 单位符号用 A 表示。1 安 = 1 库/秒。常用的电流单位还有毫安 (mA) 和微安 (μA), 它们与安 (A) 之间的换算关系是:

$$1 \text{ 安} = 1000 \text{ 毫安} = 1000000 \text{ 微安}$$

三、电位、电压、电动势

要使电路中的灯发光, 电动机转动, 就要使电路中有电流流过, 而电路中有电流须有外界条件。为了说明这个问题, 我们用水做比方。若渠道里的水位比田里的水位高, 打开闸门后, 渠道里的水就向田里流动。这种促使水流动的压力叫水压或水位差。两处的水面相平后, 水压就消失, 水流也就停止。同样, 要使电路中产生持续不断的电流, 电路中必须保持一定的电位差。在图 1-1 中, 电源负极的电位 V_b 比电源正极的电位 V_a 低, 因此就形成电位差, 这样, 当电路的开关被合上后, 电路里就有电流流过。

电位用字母 V 表示, 单位是伏特, 简称“伏”, 单位符号用 V 表示。计算电位时, 必须选定电路中某一点作为参考点, 它的电位称为参考电位, 通常设参考电位为零。而其他各点的电位都同它比较, 比它高的为正, 比它低的为负。正数值愈高则电位愈高, 负数值愈大则电位愈低。参考点在电路图中标上“接地”符号, 接地符号为“ $\perp$ ”。

电位差通常叫电压, 用字母 U 表示。电压的单位与电位的单位相同。在图 1-1 (b) 中, $a-b$ 两点间的电压 $U_{ab} = V_a - V_b$ 。电压的方向是高电位指向低电位, 即电源正极指向电源负极。在负载上电压方向与电流方向相同。

电路中产生和维持电位差的装置称为电源。常用的电源有发电机、干电池和蓄电池等。用电动势来衡量电源电位差的大小和方向。电动势用字母 E 表示, E 的单位与电位的单位相同。电动势的方向是低电位指向高电位, 即负极指向正极。

四、电阻

电流在导体中流动要受到一定的阻力。这种由于通电所表现的阻力, 称为导体的电阻。电阻用 R 表示, 电阻单位叫欧姆, 简称为“欧”, 单位符号用 Ω 表示。

实验证明: 导体的电阻与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比。其数学表达式为

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

式中 R ——导体的电阻（单位：欧， Ω ）

L ——导体的长度（单位：米，m）

S ——导体的横截面积（单位：平方米， m^2 ）

ρ ——导体材料的电阻率（单位：欧米， Ωm ）

电阻率的数值与导体材料的性质有关，不同的材料， ρ 的大小也不同。表 1-1 列出几种常用材料在 20℃ 时的电阻率。

表 1-1 几种常用材料的电阻率

导体材料	银	铜	铝	钨	铁	硬橡胶
电阻率（欧米）	1.6×10^{-8}	1.7×10^{-8}	2.9×10^{-8}	5.3×10^{-8}	1.0×10^{-7}	$10^{13} \sim 10^{16}$

从上表可以看出，除银外，铜和铝的电阻率较低，在电气设备和输电线中得到广泛应用。铝的导电能力及机械强度虽不及铜，但铝比铜轻，价格便宜，所以有些场合用铝代替铜做导线。铁的导电性能比较差，用铁线输电不但电能损失大，而且容易生锈断裂，所以不应采用铁线架设输电线路。

第二节 简单电路的计算

一、欧姆定律

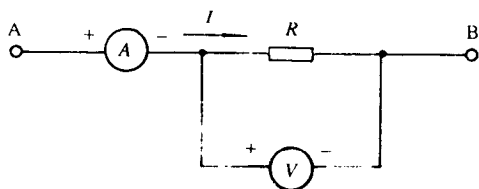


图 1-2 部分电路

图 1-2 为电路的某一部分，其中“Ⓐ”为电流表，用于测定电路电流大小；“Ⓥ”为电压表，用于测定电路电压大小。若电阻 R 的阻值是 10 欧姆，在电路 AB 两端加 10 伏的电压，则电压表读数为 10 伏，电流表读数为 1 安；若在电路 AB 两端加 20 伏电压，则电压表读数为 20 伏，电流表读数变为 2 安。

实验证明：一段电路中，当电阻值 R 不变时，通过电阻的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比，电压越大、电流越大；当电压不变时，通过电阻的电流与电阻值成反比，电阻越大、电流则越小。用公式表示为

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

式中 I ——电流（安、A）；

U ——电压（伏、V）；

R ——电阻（欧、 Ω ）。

这就是一段电路的欧姆定律。这个定律在分析和计算实际电路时非常重要。从公式中可以看出，若知道 3 个量中的任意 2 个量，就可以把另一个量计算出来。

例 1-1 已知一个白炽灯的灯丝电阻 $R = 440$ 欧，加在它两端的电压 $U = 220$ 伏，求通过灯丝的电流 I 。

解：根据欧姆定律

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{440} = 0.5\text{A}$$

例 1-2 用电压表测出电阻两端的电压 $U = 6$ 伏，用电流表测出通过电阻的电流 $I = 0.2$ 安，求这个电阻的阻值。

解：根据欧姆定律

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6}{0.2} = 30\Omega$$

例 1-3 有一条铝线，长 400 米，横截面积是 11.6 平方毫米，通过铝线的电流是 9 安。问铝线两端的电压 U 是多少伏？

解：(1) 求铝线的电阻 R

查表 1-1，得铝线的电阻率 $\rho = 2.9 \times 10^{-8}$ 欧米

$$R = \rho \frac{L}{S} = 2.9 \times 10^{-8} \times \frac{400}{11.6 \times 10^{-6}} = 1\Omega$$

(2) 铝线两端电压 U $U = IR = 9 \times 1 = 9\text{V}$

二、全电路欧姆定律

前面已经提及，所谓全电路是相对部分电路来讲的。如图 1-3 所示即是一个全电路，电源部分称为内电路，负载部分称为外电路，内外电路组成闭合电路的整体。

实验证明：通过闭合回路电流的大小，在电源电动势不变的情况下，与闭合回路的内、外电阻之和成反比，这就是全电路欧姆定律。用公式表示为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

式中 I ——电路的电流 (A)；
 E ——电源电动势 (V)；
 R ——外电路电阻 (Ω)；
 r ——电源内阻 (Ω)。

上式还可以改写成

$$E = IR + Ir$$

$$\text{或 } IR = E - Ir$$

这里的 IR 是电流通过外电阻所产生的电压降，也称为电源的端电压，用 U_{AB} 来表示，即

$$U_{AB} = IR = E - Ir$$

根据全电路欧姆定律，我们来讨论电路的两个极端状态。

1. 开路

开路就是电源两端或电路某处断开。当外电路开路时，外电阻相对电源内阻来讲是无穷大 ($R = \infty$)，因此电路中电流 $I = 0$ ，并由上式 $U_{AB} = E - Ir$ 算出电源端电压 $U_{AB} = E$ 。

2. 短路

如果外电路被阻值近似为零的导体接通，这时电源就处于短路状态。当外电路短路时 ($R = 0$)，电路电流称短路电流。短路电流为

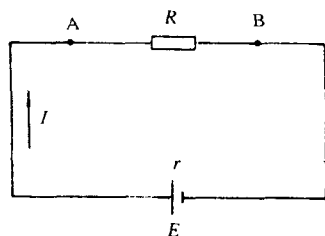


图 1-3 全电路

$$I_s = \frac{E}{r}$$

由上式可见，电源的内阻一般都是很小的，因而短路电流可能达到非常大，这将使电源有烧毁的危险，必须严格防止，避免发生。

防止短路的最常见方法是在电路中安装熔断器。熔断器中的熔丝是由低熔点的铅锡合金或银丝制成。当电流增大到一定数值时，熔丝首先被熔断，从而切断电路。

在短路状态下，除了电流大的特点之外还有电源的端电压为零的特点。因为此时的端电压为

$$U_{AB} = E - Ir = E - \frac{E}{r}r = 0$$

例 1-4 在图 1-2 的闭合回路中，已知电池的电动势 $E = 24$ 伏，内阻 $r = 2$ 欧，外电阻 $R = 3$ 欧，求：(1) 电路中的电流；(2) 电源的端电压。

解：(1) 按照全电路欧姆定律，电路中的电流为

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{24}{3 + 2} = 4.8 \text{ A}$$

(2) 电路两端的电压为

$$U_{AB} = E - Ir = 24 - 4.8 \times 2 = 14.4 \text{ V}$$

三、电功与电功率

1. 电功

电流流过灯丝，电灯会发光；电流流过电动机绕组，电动机能带动机器运转。这些现象说明电流通过负载（如灯泡、电动机等）时能够做功，其结果使电能转化成光能、机械能等，消耗电能。

电流做功叫电功，也称消耗电能。电功常用字母 W 来表示。其数学表达式为

$$W = UI t$$

式中 W ——电功（单位：焦耳，J）；

U ——电阻两端电压（伏，V）；

I ——通过电阻的电流（安，A）；

t ——时间（秒，s）。

电功的另一个常用单位是千瓦小时（kW·h），千瓦小时与焦耳的换算关系为：

$$1 \text{ 千瓦小时} = 3.6 \times 1000000 \text{ 焦耳}$$

负载消耗电能的多少，可以用电度表来测量。

2. 电功率

单位时间内电流所做的功叫电功率（简称功率）。功率用字母 P 表示。根据上述功率的定义，其数学表达式为

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UI t}{t} = UI$$

根据欧姆定律，电功率的计算式还可以写成以下形式

$$P = UI = I^2 R$$

$$\text{或 } P = UI = \frac{U^2}{R}$$

式中 P ——电功率 (单位: 瓦, W);

U ——电压 (伏, V);

I ——电流 (安, A);

R ——电阻 (欧, Ω)。

在实际应用中, 常用“千瓦”(kW)来计算电功率。

$$1 \text{ 千瓦 (kW)} = 1000 \text{ 瓦 (W)}$$

早期的电动机、发电机还常用“马力”作为电功率的单位, 马力与千瓦的换算关系为

$$1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 千瓦}$$

电功率 P 是一个重要的物理量, 我们经常在用电设备中看到“电功率”。例如“220 伏、100 瓦”的灯泡, 表示接上 220 伏电压后, 灯泡消耗电功率为 100 瓦; 又如“220 伏、3 千瓦”的电炉, 表示接上 220 伏电压后, 电炉消耗的电功率为 3 千瓦。

一般用电器上所标的电压和电功率等数据, 都是指额定值, 额定值是额定电流、额定电压、额定功率的统称。我们把电气元件和电气设备所允许的最大电流、电压和功率分别叫做额定电流、额定电压、额定功率。若在实际使用中, 把用电器错接在高于额定电压值的线路中, 那就会使实际功率大于额定功率, 烧坏这个电器; 反之, 把用电器错接在低于额定电压值的线路中, 那就会使实际功率小于额定功率, 不能使这个电器正常工作。

例 1-5 一台直流电动机, 运行时消耗功率 2.8 千瓦, 每天运行 6 小时, 问 30 天消耗电能多少?

解:

$$W = Pt = 2.8 \times 6 \times 30 = 504 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

即消耗电能 504 kW·h

例 1-6 一台“220 伏、3000 瓦”的电炉, 接在 220 伏线路上使用, 问通过电炉的电流是多少安培?

解: 因为 $P = UI$

所以

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3000}{220} = 13.63 \text{ A}$$

例 1-7 某电能表标有“220V、3A”的字样, 这只电能表最多能带“220V、60W”的电灯多少盏?

解: 电表允许的最大功率为

$$P = UI = 220 \times 3 = 660 \text{ W}$$

电能表最多可带动“220V60W”的电灯为

$$n = \frac{P}{P_1} = \frac{660}{60} = 11 \text{ 盏}$$

第三节 正弦交流电

一、正弦交流电的概念

前面我们所讨论的电路, 都是用电池作电源的, 电路中的电流是由电源正极出发, 经用电器 (负载) 返回电源的负极而形成回路。当电路中的电源和用电器一定时, 电路中电流的大小和方向都不变, 这种大小和方向都不改变的电流称为稳恒电流, 属于直流电。而

在工农业生产和日常生活中, 广泛使用的是正弦交流电。大小和方向随时间按正弦规律作周期性变化的电流、电压、电动势分别称为正弦交流电流, 正弦交流电压, 正弦交流电动势, 统称为正弦交流电。

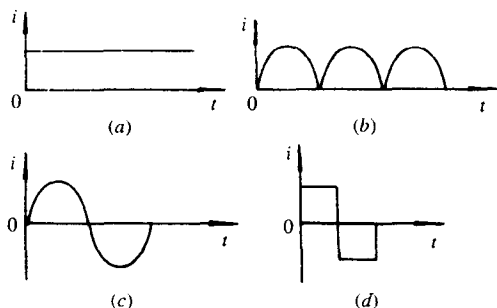


图 1-4 直流和交流电波形图

图 1-4 是几种电流的波形图。其中 (a) 图是稳恒直流电, (b) 图是脉动直流电, (c) 图是正弦交流电, (d) 图是交流电。

1. 正弦交流电的三要素

正弦交流电通常由正弦交流发电机产生。正弦交流电是正弦电动势、正弦电压、正弦电流的总称, 它们所代表的物理量又叫做正弦量。

正弦交流电的三要素是指它的最大值、频率和初相角。只有当一正弦量的

三要素确定时, 该正弦量才能确定。因此三要素是决定正弦量的重要依据。

(1) 最大值 由于正弦交流电的大小时刻在变, 所以每一时刻的数值是不相同的。我们把每一时刻正弦交流电的数值称为瞬时值, 一般用小写字母 i 、 u 、 e , 分别表示瞬时电流、瞬时电压、瞬时电动势。瞬时值中最大的一个值, 叫做正弦交流电的最大值 (也叫振幅值), 分别用大写字母并加下标 m 来表示最大电流、最大电压、最大电动势, 即 I_m 、 U_m 、 E_m 。图 1-5 中, $I_m = 10$ 安。

(2) 频率 交流电完成一次周期性变化所需的时间, 称为交流电的周期, 周期通常用 T 表示, 单位是秒 (s)。同时, 规定一个周期经历 2π 弧度。交流电压在 1 秒钟内完成周期性变化的次数, 叫做交流电的频率, 频率通常用 f 表示, 单位是赫兹, 简称“赫”。单位符号用“Hz”表示。常用的频率单位还有千赫 (kHz)、兆赫 (MHz)。

频率和周期的关系是:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{或} \quad T = \frac{1}{f}$$

我国工农业生产和生活用的交流电的频率是 50 赫 (也叫工频)。它的周期为 $1/50 = 0.02$ 秒, 即每秒钟电流方向改变 100 次。

图 1-5 中 $T = 6$ 秒, $f = \frac{1}{6} = 0.13$ 赫

正弦量变化的快慢除用周期和频率表示外, 还可用角频率 2ω 来表示。因为一个周期内经历 2π 弧度, 所以角频率为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

它的单位是弧度每秒 (rad/s)

(3) 初相角 正弦量是随时间而变化的, 要

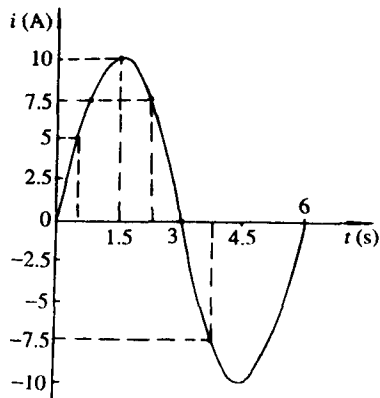


图 1-5 正弦交流电