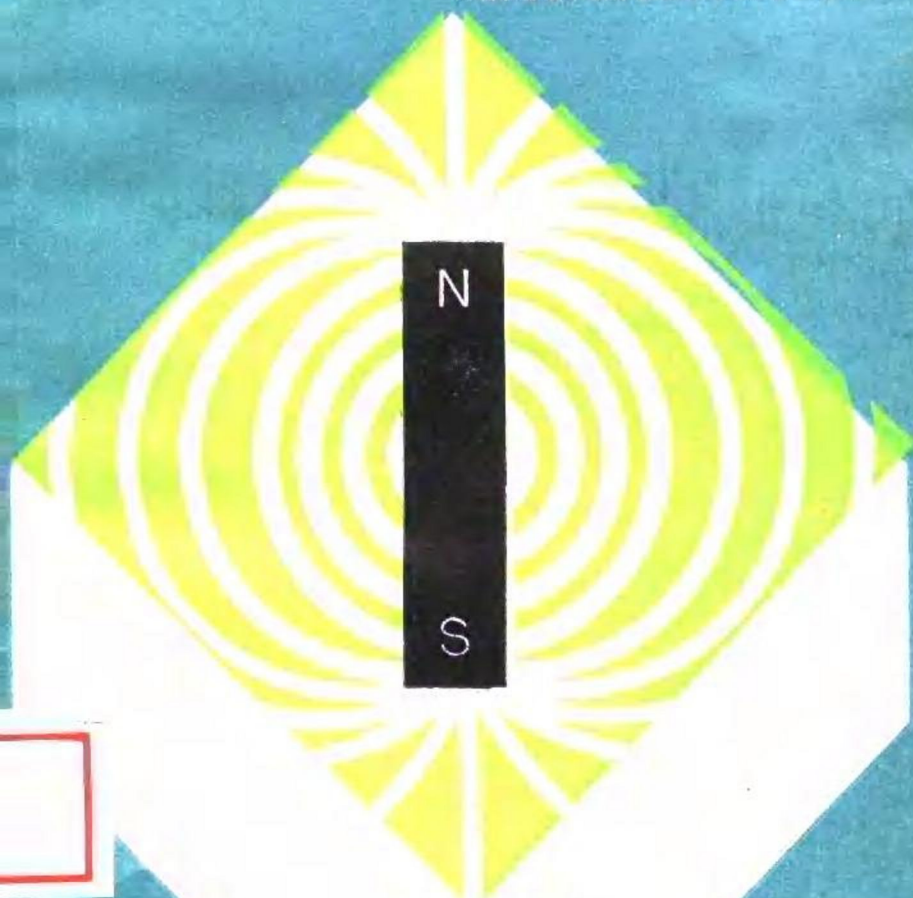


初级职业技术教育培训教材

电工 基础知识

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是初级职业技术教育培训教材之一。书中结合乡镇企业的特点和初级职业技术教育培训的要求,详细介绍了电工基础理论知识。

本书内容包括:直流电路、电磁现象、交流电路、变压器和交流异步电动机的原理和使用以及电子技术的基础知识。书中每一章后还附有习题,以供读者复习和参考。

本书内容丰富、语言简练、通俗易懂,可作为初级职业技术教育和乡镇企业电工培训的电工基础理论教材,也可作为初学电工人员的自学用书。

初级职业技术教育培训教材

电工基础知识

初级职业技术教育培训教

材编审委员会主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 常熟兴隆印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 89,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数 1—10,000

ISBN7-5323-1424-3/TM·36

定价:1.45元

6

初级职业技术教育培训教材编审委员会

主 任 沈锡灿

副主任 姜耀中 魏延堂 杨基昌 彭连富 袁茂华
徐福生 李新立 李瑞祥 周 禹

委 员 陈家芳 谢锦莲 龚 刚 贺季海 严 威
徐荣生 周仁才 李彬伟 李 远 李春明
钱华飞 张德烈 施聘贤 韩强忠

本书编写者 曹祥汀

本书审阅者 王桂祥 张 固

前 言

从根本上说,科技的进步,经济的振兴,乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。进一步加强职业技术教育,培养大批合格的技术工人,迅速提高劳动者素质,努力发展生产力,已成为国家经济建设中的当务之急。

为了适应经济建设发展的需要,方便大批初级技术工人的培训,由上海市劳动局、上海市农机局、上海市经委教育处、上海市成人教委办公室、上海市军民共建共育领导小组办公室、上海警备区政治部、海军上海基地政治部和上海科学技术出版社等有关单位和部门组成教材编审委员会,组织编写了一套初级职业技术教育培训教材,计有:文书工作必读、机械工人基础知识、车工基础知识、钳工基础知识、电工基础知识、维修电工基础知识、电工操作技能、电子工人基础知识、电镀基础知识、油漆施工常识、化工基础知识、服装裁剪、服装缝纫、羊毛衫编织、电视机修理、收录机修理、电冰箱修理、汽车驾驶、汽车维修、汽车构造、汽车电器、柴油机修理等。

这套培训教材是本着改革的精神,贯彻落实先培训后就业,先培训后上岗的原则,以部颁初级技术等级标准为依据。并考虑了上岗必须具备的技术基础要求进行编写的。在内容上遵循理论联系实际的原则,力求由浅入深,讲究实用,着眼于打基础。

这套教材适用于培养具有初中文化程度的技术工人,尤

其适用于乡镇企业工人和军地两用人才的短期培训。

由于组织编写初级职业技术教育培训教材缺乏经验，加上撰写时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请使用者提出批评和改进意见。

初级职业技术教育培训教材编审委员会

一九八八年十一月

绪 论

随着我国四个现代化建设的迅速发展,工业、农业、科学技术和国防工业电气化程度正在不断提高,人民生活用电的范围逐渐扩大,为此越来越多的人迫切想了解有关用电方面的知识;同时更需要众多的具有一定技术水平和专业知识的电工工人为生产服务。电工是一门专业性很强的工种,每个电工必须掌握一定的电工基础理论知识,了解电磁现象及其基本规律和它的应用,方能成为一个合格的电工工人。

为了对电有一个初步的了解,在此介绍一下电力输送和它的应用。

一、电力的输送

我们都知道,电力由发电厂产生,通过输电线作远距离或近距离的输送,最后分配到各工厂单位及用户,这样就构成了发电、输电和配电的完整系统。

电力通常由火力发电厂或水力发电站产生。火力发电是利用煤或石油作燃料,燃烧锅炉产生高压高温蒸汽,用以驱动汽轮机,由汽轮机带动发电机发电。水力发电是利用水位差来驱动水轮机,由水轮机带动发电机发电。还有利用原子反应堆产生的热量来代替锅炉而发电的称为原子能发电。

发电机发出的电有几千伏,通常必须通过升压变压器升高到几十或几百千伏进行输送。高压输电线一般采用钢心铝绞线,通过绝缘瓷瓶将导线悬挂或支撑在铁塔或电杆上。

通常当变压器将电输送到用户附近,先经过第一次降压,

一般降为几千伏。然后再分配到各个用电部门。用电部门根据用户不同的需要,用配电变压器将电压降为各企业、工厂所需的电压或降为 380/220 伏低压,供低压电气设备应用。

二、电力的应用

电之所以得到广泛的应用,主要是便于输送。另外电能还能转化为其它形式的能量,如转化为电磁波形式在空中传播,能极方便的转换成机械能、热能、光能等。交流电也能极方便的转换成直流电,供工业上应用。由于电量容易测量和控制,所以在自动检测中往往将各种物理量转化为电量,以达到测量和自动控制的目的。

三、本课程的目的和任务

《电工基础知识》是一门技术基础课程,通过对该课程的学习,使每个初入门的电工在短时间内掌握有关电的一些基础理论知识,为今后学习本专业技术打好基础。

本课程的任务是:使每个初入门的电工掌握有关电的一般基本知识和基本理论,用以解释电工作业中所碰到的一些问题。掌握有关电方面的简单计算。同时为掌握正规的电工操作技术,为进一步学习新技术打下基础。

目 录

绪论	vii
第一章 直流电路	1
第一节 直流电路的基本概念	1
一、电现象	1
二、电流	2
三、电路的组成和有关物理量	3
第二节 欧姆定律	3
一、部分电路的欧姆定律	8
二、全电路欧姆定律	9
第三节 电阻的联接	12
一、电阻的串联	12
二、并联电路	14
三、混联	16
第四节 电功和电功率	18
一、电功	18
二、电功率	18
三、电流的热效应	20
习题	21
第二章 电磁	26
第一节 磁的基本知识	26
一、磁现象	26
二、磁场	27
第二节 电流的磁场	29

一、奥斯特实验	29
二、电流流向和磁力线方向的表示方法	30
三、右手螺旋定则	30
四、右手螺旋法则	30
五、电磁铁	31
第三节 左手定则	32
第四节 电磁感应	34
一、感应电流	34
二、右手定则	35
三、楞次定律	36
第五节 自感、互感和涡流	37
一、自感	37
二、互感	38
三、涡流	39
习题	40
第三章 交流电路	44
第一节 交流电的基本概念	44
一、交流电的产生	44
二、交流电的频率和周期	46
三、相位角	47
四、交流电的有效值	47
第二节 简单交流电路	48
一、纯电阻电路	48
二、纯电感电路	49
三、纯电容电路	51
四、电阻和电感串联电路	53
五、提高功率因数	57
第三节 三相交流电源	59
一、三相交流电的产生	59

二、发电机绕组的星形联接	60
第四节 三相负载的联接	61
一、三相负载的星形联接	61
二、三相负载的三角形联接	62
三、三相负载的功率	63
习题	64
第四章 变压器和电动机	68
第一节 变压器的结构和工作原理	68
一、变压器的结构	68
二、单相变压器的工作原理	69
三、三相变压器	72
四、仪用互感器	73
第二节 三相异步电动机	76
一、基本结构	76
二、工作原理	79
第三节 三相异步电动机的使用	84
一、起动	84
二、反转	85
三、制动	86
四、常见故障	86
第四节 单相异步电动机	89
习题	91
第五章 电子技术基础	93
第一节 晶体二极管	93
一、半导体基础知识	93
二、晶体二极管的结构和工作原理	94
三、晶体二极管的测试方法	97
四、晶体二极管的整流和稳压电路	98

第二节 晶体三极管.....	108
一、晶体三极管的结构	108
二、晶体三极管电流放大原理	109
三、晶体三极管极性的识别	111
四、晶体三极管的应用	113
第三节 可控硅的一般知识.....	116
一、可控硅的结构	116
二、可控硅的工作原理	117
三、可控硅的应用	118
习题.....	121
附录.....	123
常用电工单位符号.....	123

第一章 直流电路

当我们按下手电筒的按钮时,灯丝内就会流过电流,使小电珠发亮,见图 1-1 (a)。那末电流是什么?为什么小电珠会发亮?手电筒内各元件的作用和它们之间的相互关系又是怎样的?我们将在下面各节中逐一加以说明。

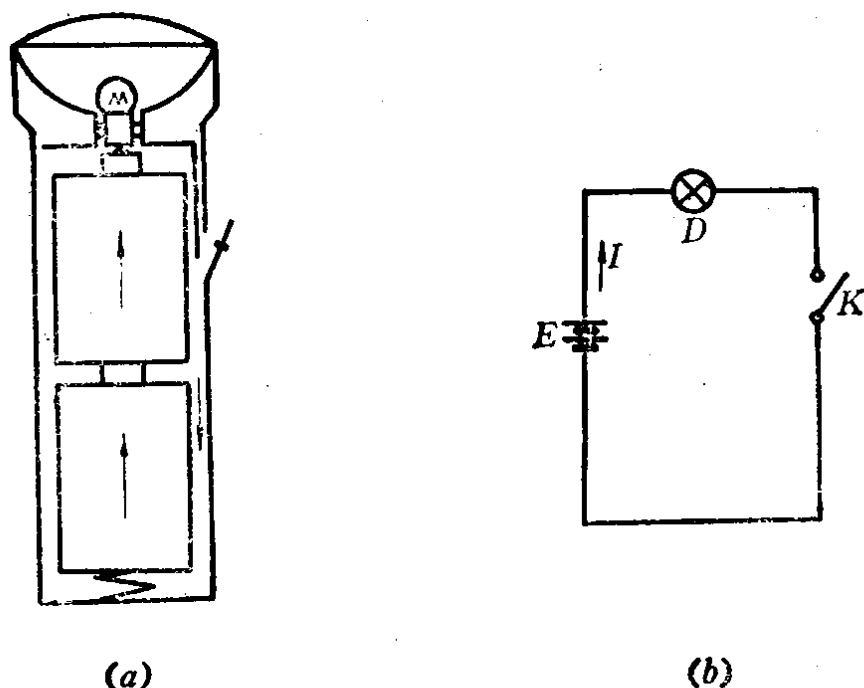


图 1-1 手电筒的结构及电路图
(a) 结构图; (b) 电路图

第一节 直流电路的基本概念

一、电现象

人们对电的认识最初来自于对两物体之间的相互摩擦。

将塑料笔杆在头发上或用毛织品摩擦以后去接近纸屑，笔杆会吸引纸屑，处在这种状态下的笔杆，称为带电体，或者说物体带上了电荷。这种用摩擦方法使物体带电的现象，叫摩擦起电。自然界中，如油管内液体流动，机器的皮带和皮带轮之间摩擦，刚梳过头发后的塑料梳子，都能产生电荷。这些电荷积聚不动，就称为静电。

摩擦为什么能使物体带上电荷，主要是两物体摩擦时，物体内部的结构发生了变化，从而使一个物体失去电子，另一个物体得到多余的电子，人们规定失去电子的物体称为物体带上正电荷，得到电子的物体称为物体带上负电荷。在生产实践中又发现同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引的规律。当天空中的云层运动与空气发生摩擦时，使部分云层带正电荷，另外部分云层带负电荷，两者具有很大的吸引力，当吸引力之大使正、负电荷中和时，就产生雷鸣和放电。

物体所带电荷的多少，称为电量，常用符号 Q 表示，单位是库。一个电子所带的电量很小，只有 1.6×10^{-19} 库。即

$$1 \text{ 库} = 6.25 \times 10^{18} \text{ 个电子电荷}$$

二、电流

两个带异性电荷的带电体用导线联接起来，导线中就有电荷流过，但时间极短暂。假如利用某些装置使电荷在导线中持续不断的朝一个方向流动，就形成了电流。电流的大小称为电流强度，用符号 I 表示，单位为安(A)。人们习惯上规定，正电荷流动的方向作为电流的正方向。

1 安的电流强度相当于一秒钟内通过导体横截面的电量为 1 库。常用的电流单位还有毫安(mA)和微安(μ A)。它们之间的关系是

$$1 \text{ 安(A)} = 1000 \text{ 毫安(mA)}$$

$$1 \text{ 毫安(mA)} = 1000 \text{ 微安(A}\mu\text{)}$$

我们将大小和方向不随时间变化的电流称为直流电。电流的大小看不见,摸不到,只能借助串接在电路中的直流电流表(安培表)来测定。测量时必须适当选择表的测量范围,让电流从直流电流表的正接线端流入,再从负接线端流出。绝对不允许将电流表不经过用电器直接接入电源的两端。

直流电流表见图 1-2。



图 1-2 直流电流表

三、电路的组成和有关物理量

电路,简单地说,就是电流所流过的路。如图 1-1(b) 所示为手电筒的电路图,它由电源、开关、负载(小电珠)和联接导线组成。为了更深入的理解它,现逐一给予介绍。

1. 电源

按下手电筒的按钮,小电珠就发光,小电珠能持续发光,表明小电珠内有持续不断的电流流过,这个电流所以能存在,因为有干电池不断供电的缘故。凡能持续供电的装置即称为电源。象干电池、发电机、蓄电池和电子表中的银锌电池等都是电源,它们是将化学能或机械能转化为电能的,电源用符号 E 表示,单位是伏(V)。

干电池电源外壳是锌筒,它是干电池的负极,内装化学药

品,它与锌筒中间的碳棒发生化学反应,将负极的正电荷经电源内部送到电源的正极(碳棒),当电路接通后,电流从正极经导线、负载流到负极。

2. 电位和电压

水只能从高水位向低水位流动,这个高低不同的水位之差称为水位差。同样,电路中任意一点都有电位,电流也只能从高电位向低电位流动,高、低电位之差称为电位差,通常将它称为电压,用符号 U 表示,以伏(V)表示电压的单位。常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV),它们之间的关系是

$$\begin{aligned} 1 \text{ 千伏(kV)} &= 1000 \text{ 伏(V)} \\ 1 \text{ 伏(V)} &= 1000 \text{ 毫伏(mV)} \\ 1 \text{ 毫伏(mV)} &= 1000 \text{ 微伏}(\mu V) \end{aligned}$$

有水位差,水才能在水管里流动,水位差由水泵来维持,如图 1-3 所示。同样电流在导线中流动就必须要有电位差(电压),电压的正方向规定由高电位到低电位,电路中的电位差由电源作用产生。而电源靠其它能量维持一定的电位差。

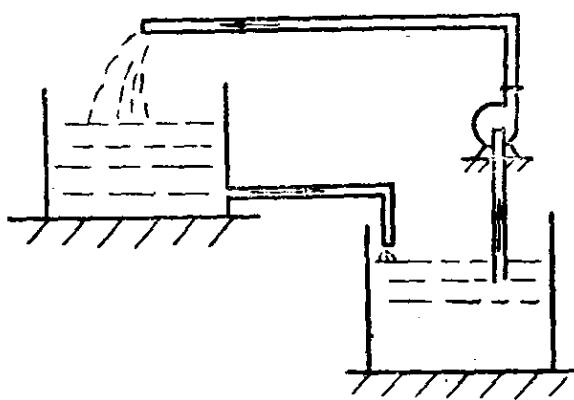


图 1-3 用水泵维持一定的水位差

电源产生电位差的能力称为电源的电动势。电动势的正方向由低电位到高电位,用符号 E 表示。在一个闭合回路中,电源的电动势(电位升高)等于回路中的总电压(电位降低)。如图 1-1 (b) 所示的简单电路

路,电源总的电动势等于 3 伏,用直流电压表(伏特表)测量

小电珠两端的电压也近似为 3 伏。

用直流电压表测某一负载上的电压，必须与电路中的负载并联，并注意极性，直流电压表的“+”接线端应接在靠近电源正极的一端，“-”接线端接在靠近电源负极的一端。

直流电压表见图 1-4。

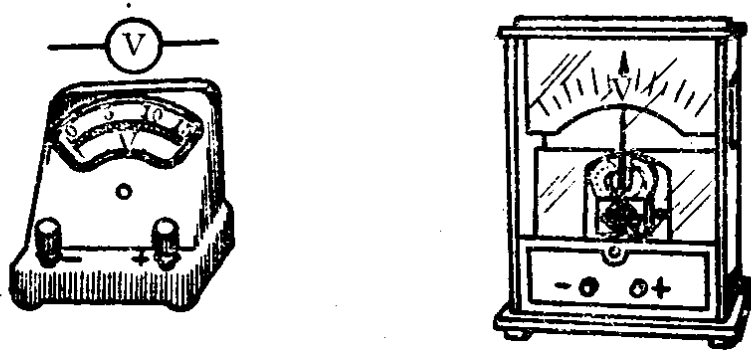


图 1-4 直流电压表

3. 负载

在线路中一切用电设备称为负载，均具有电阻。象水在水管中流动，必然受到管壁或其它阻碍物的阻力一样，电流在导线中的流动也受到一定的阻力，这种对电流流动所表现的阻力称为导体的电阻，用符号 R 或 r 表示。电阻的单位为欧 (Ω)， Ω 是欧姆两字的缩写。实际应用中常用的单位还有千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)，它们之间的关系是

$$1 \text{ 兆欧 (M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

在一般的电路计算中，导线的电阻忽略不计。但在比较精确的电路计算中，导线的电阻不可忽视。导线的电阻大小决定于采用何种材料、导线的长短和粗细，以及它所处的温度。当温度一定时，导体的电阻与它的长度 L 成正比，与它的横截面 S 成反比，且与导体的材料有关，即

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-1)$$

式中, ρ 表示导体的电阻率, 电阻率的单位为欧·米。在 20℃ 时, 银的电阻率为 1.6×10^{-8} 欧·米, 铜的电阻率为 1.7×10^{-8} 欧·米, 铝的电阻率为 2.9×10^{-8} 欧·米。

导体的温度变化, 其电阻也随之变化, 如一般常用的白炽灯, 不发光时灯丝的电阻为几百欧, 而在正常发光下, 灯丝的电阻却高达几千欧。有的材料如半导体, 通常它的电阻随温度升高而减小, 为此在电子工业中常用半导体材料制造能灵敏反映温度变化的热敏电阻, 用于自动控制和测量。

从式(1-1)中也可看出, 同一材料的导体, 其长度短, 电阻就小; 且同一材料的导体, 粗的比细的电阻小。实际生活中, 100 瓦灯的钨丝要比 15 瓦灯的钨丝粗, 说明 100 瓦灯的电阻比 15 瓦灯的电阻小。

有些导电材料如康铜、锰铜等, 由于它的电阻随温度变化很小, 所以常用来制造各式各样的电阻, 供工业上应用, 见图 1-5。

电阻的大小可用欧姆表来测量, 一般选用合适的测量范围即可。

人们发现在自然界中, 不同物质电阻的大小不同, 传导电流的能力也不同。通常把容易传导的物质称为导体, 如铁、钨、酸、盐的水溶液、大地和潮湿土壤等。把不善于导电的物质称为绝缘体, 如空气、橡胶、矿物油等。导电能力介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体, 如锗、硅等。

4. 开关

开关用于接通和断开电路, 用符号 K 表示。如图 1-1(b) 电路所示, 开关闭合, 电路中有电流流过, 负载能正常工作, 小