



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术
与技能

(非电类通用)

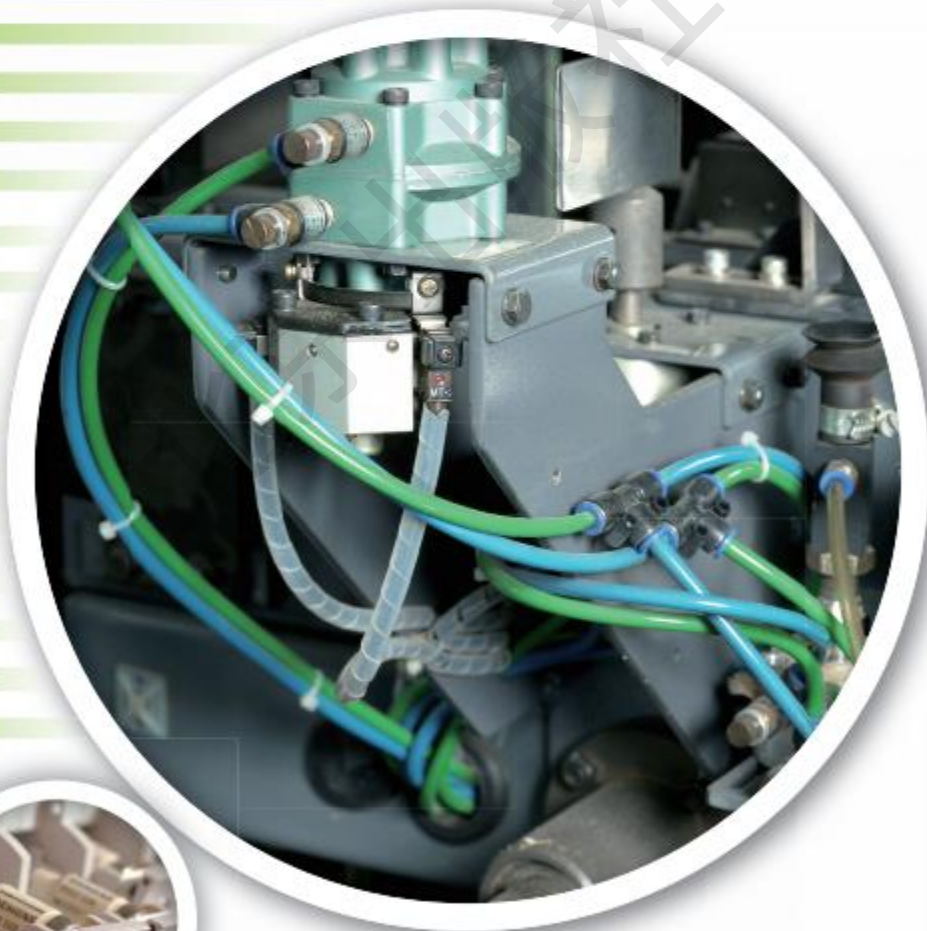
主编 张
晓冬 周
学斌

北京出版
集团公司
北京出版
社

非电类通用

电工电子技术与技能

主编 张晓冬 周学斌



北京出版集团公司
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术与技能：非电类通用 / 张晓冬，周学斌主编. — 北京：北京出版社，2010.5（2021重印）

ISBN 978-7-200-08269-2

I. ①电… II. ①张… ②周… III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 098194 号

电工电子技术与技能（非电类通用）

DIANGONG DIANZI JISHU YU JINENG (FEIDIANLEI TONGYONG)

主 编：张晓冬 周学斌
出 版：北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址：北京北三环中路 6 号
邮 编：100120
网 址：www.bph.com.cn
总 发 行：北京出版集团公司
经 销：新华书店
印 刷：定州市新华印刷有限公司
版 次：2010 年 5 月第 1 版 2021 年 1 月修订 2021 年 1 月第 5 次印刷
开 本：787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张：11.75
字 数：272 千字
书 号：ISBN 978-7-200-08269-2
定 价：29.00 元

质量监督电话：010-82685218 010-58572162 010-58572393

绪论 实训与安全操作	1
0.1 实训室认知	1
0.2 安全操作规程	6

上篇 电工技术

第 1 部分 电路基础	8
第 1 章 基本电路知识	8
1.1 电路组成与电路状态	8
1.2 电路的基本物理量	12
1.3 实训:万用表的使用	15
本章小结	20
思考与练习	21
第 2 章 直流电路	22
2.1 直流电路中的元件	22
2.2 电路定律	30
2.3 直流电路计算	33
2.4 实训:各种电源的认知	37
本章小结	40
思考与练习	40
第 3 章 交流电路	41
3.1 交流电及其物理量	41
3.2 交流电路中的元件	46

3.3 交流电路的功率	50
3.4 三相交流电路	54
* 3.5 实训:三相负载的连接与测量	57
本章小结	60
思考与练习	60
第 2 部分 电工技术	61
第 4 章 供电与用电	61
4.1 电力系统	61
4.2 安全用电	65
4.3 实训:触电急救	66
本章小结	69
思考与练习	69
第 5 章 常用电器	70
5.1 变压器	70
5.2 照明电器	73
5.3 常用电器	76
5.4 实训:家用配电板的安装	81
本章小结	84
思考与练习	85
第 6 章 电动机及其控制	86
6.1 电动机概述	86
6.2 三相异步电动机及其控制	88
* 6.3 现代控制技术简介	97
6.4 实训	100
本章小结	104
思考与练习	104

下篇 电子技术

第 3 部分 模拟电子技术	106
第 7 章 半导体器件与集成电路	106
7.1 各类二极管与三极管	106
7.2 其他半导体器件	112
7.3 模拟集成电路	114
7.4 实训:二极管管脚极性和质量好坏的判别	116
本章小结	117
思考与练习	118
第 8 章 放大电路	119
8.1 放大电路要解决的问题	119
8.2 电压放大电路	121
8.3 功率放大电路	124
8.4 实训:单管放大器参数测试	127
本章小结	129
思考与练习	129
第 9 章 直流稳压电源	130
9.1 电源的需求与性能	130
9.2 整流与滤波电路	131
* 9.3 集成稳压模块	134
* 9.4 开关电源简介	136
9.5 实训:整流和滤波电路的连接与测试	138
本章小结	140
思考与练习	140
第 4 部分 数字电子技术	142
第 10 章 数字电路基础	142
10.1 数字电路与模拟电路的比较	142

10.2	数字电路基础知识	144
10.3	集成逻辑门电路与集成触发器	146
10.4	实训:抢答器的组装	154
	本章小结	156
	思考与练习	156
第 11 章	常用逻辑组件	158
11.1	组合逻辑电路的分析与步骤	158
11.2	编码器与译码器	159
11.3	寄存器与计数器	165
11.4	实训:简易计数器的组装	168
	本章小结	169
	思考与练习	170
* 第 12 章	数字电路应用	171
12.1	555 集成定时器及其应用	171
12.2	实训:逻辑笔电路的组装	174
	本章小结	176
	思考与练习	176

绪论 实训与安全操作

0.1 实训室认知

实训室是学生实训的场所。电工与电子实训室包括电工技术实训室、电子技术实训室。

0.1.1 电工技术实训室

电工技术实训室是学生进行电工技能实训的场所。它包括电工技术基础、电工基本技能两个实训室。

电工技术基础实训室(图 0.1)配备有指针万用表、数字万用表、示波器、电工常用工具、电流表、电压表等实验实训设备。能进行实训项目有直流电路参数的测量、单相交流电路参数的测量、三相交流电路参数的测量等。

电工基本技能实训室(图 0.2)配备有指针万用表、电工常用工具、钳形表、接地电阻测量仪、常用消防设施等实验实训设备。能进行实训的项目有进户箱的装配与安装、室内布线及灯具(插座、开关)的安装、电动机控制线路的安装与调试、电动机测试与维护、接地电阻的测量、触电急救等。



图 0.1 电工技术基础实训室



图 0.2 电工基本技能实训室

学生经过系统的电工学习,电工基础理论得到了加强,实际动手能力得到了提高。学生可以报考电工证。图 0.3、图 0.4 所示为电工考工柜。



图 0.3 电工考工柜



图 0.4 电工考工柜

0.1.2 电子技术实训室

电子技术实训室是学生进行电子技能实训的场所。它包括模拟电子技术、数字电子



技术、单片机技术、家电组装技术等四个实训室。

模拟电子技术实训室(图 0.5)配备有模拟电子实验集成箱、示波器、学生电源、信号发生器、计数器、数字万用表、指针式机械万用表等实验设备,能完成模拟电子电路的相关实验实训,能进行电子技能实训、电子产品设计。

数字电子技术实训室(图 0.6)配备集成数字电路集成实验箱、万用表、示波器、逻辑测试仪等实验实训设备,能完成数字电子电路相关的实验实训,能进行数字电路相关的课程设计、毕业设计,能进行数字电路相关的电子产品的开发与设计。



图 0.5 模拟电子技术实训室



图 0.6 数字电子技术实训室

单片机技术实训室(图 0.7)可以进行单片机实验、微机原理实验、电子 CAD、电子电路仿真、C51 程序设计等实验实训活动。

家电组装技术实训室(图 0.8)可进行家电产品的组装、常见故障的检测和维修等技能训练,同时通过此实训室,学生可以从实际出发,了解和掌握家电的原理及应用技术。

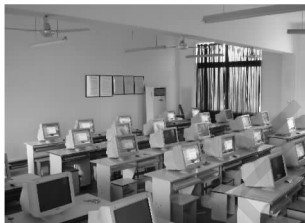


图 0.7 单片机技术实训室



图 0.8 家电组装技术实训室

0.1.3 常用电工仪器仪表

在电气设备、电气线路的安装、使用、检修的过程中,需要了解电路实际工作时的电压、电流、电阻、功率等参数,为此就要使用电工仪器仪表。常用的电工仪器仪表主要有万用表、电压表、电流表、钳形表、兆欧表、示波器等。

1. 万用表

万用表(图 0.9)是万用电表的简称,又叫多用表,是一种测量电压、电流、电阻等多种电量的多量程便携式仪表。它是电气安装、检查、维修等工作常备的工具。一般的万用表可测量交、直流电压,直流电流,电阻等,每种测量有 3~5 种量程。复杂的万用表还可以测量交流电流、电容、电感、三极管的放大系数。



图 0.9 部分常用万用表

2. 电压表和电流表

电压表(图 0.10(a))是一种并联在被测量电路两端测量电压的仪表。电压表测量电压时要并联在被测电路两端,为了减小它对被测线路的分流作用而引起的测量误差,要求流过电压表的电流越小越好,所以电压表的测量机构都要串接大阻值的电阻。

电流表(图 0.10(b))是一种串联在被测电路中测量电流的仪表。使用电流表测量电流时,要串联在被测电路中,但测量机构只能通过很小的电流,为此,电流表的测量机构大多并接有小阻值的分路电阻,或采用线径较大、阻值较小的线圈。

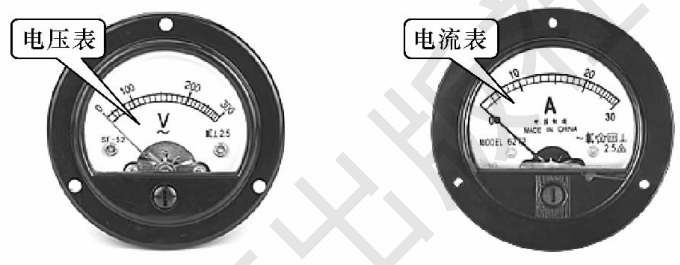


图 0.10 部分常用电压表和电流表

3. 钳形电流表

钳形电流表(图 0.11)用来测量交流电流,它的主要部件是一个穿心式电流互感器。测量时,将钳形电流表的磁铁套在被测导线上,形成一匝或几匝的初级线圈,根据电磁感应原理,次级线圈中产生感应电流,与次级线圈相连的电流表指针发生偏转,指示出线路中电流的数值。虽然准确度较低(通常为 2.5 级或 5 级),但因在测量时无须切断电路,因而使用仍很广泛。



图 0.11 几种常用钳形电流表

4. 兆欧表

兆欧表(图 0.12)又叫摇表,其测量的电阻值在兆欧级。在日常的工作中主要用来测

量输送电的电缆、电动机的绝缘电阻、电器线路的绝缘电阻值。判断设备或线路有无漏电现象、绝缘是否损坏或短路等。

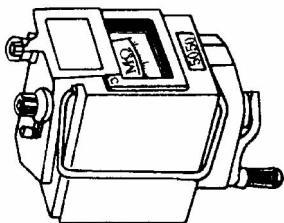


图 0.12 常用兆欧表

5. 示波器

示波器(图 0.13)是用来测量信号源的输出信号,也可以测量电路的输出信号和某点的波形。示波器是利用电子示波管的特性,将人眼无法直接观测的交变信号转换成图像,显示在荧光屏上以方便测量的电子仪器。示波器由电子枪、偏转系统、荧光屏三部分组成。

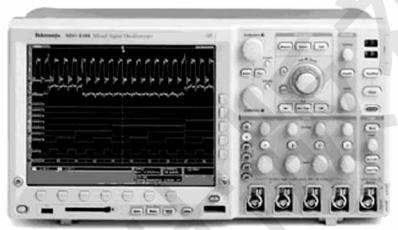


图 0.13 常用示波器

0.1.4 常用电工工具

常用电工工具是指电工在安装、维修、调试电路时使用的工具。电工工具质量的好坏、使用方法是否得当,都将直接影响工作质量及工作效率,甚至影响施工人员的安全。常用电工工具包括验电器、电工刀、螺丝刀、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电烙铁等。

1. 验电器

验电器是用来测量电源是否有电,电气线路和电气设备是否带电的一种常用工具。验电器分为低压验电器和高压验电器。低压验电器(图 0.14)也叫测电笔,简称“电笔”,由金属探头、氖管、安全电阻、笔身等组成。

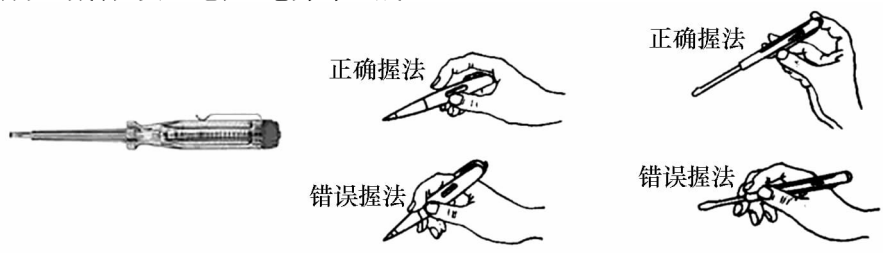


图 0.14 常用低压验电笔及使用方法

高压验电笔又称高压测电器、高压测电棒,是用来检查高压电气设备、架空线路、电缆是否带电的工具。它由金属钩、氖管、氖管窗、紧固螺钉、保护环和握柄等组成。

2. 电工刀

电工刀(图 0.15)主要用来刮去导线和元器件上的绝缘物和氧化物。在使用电工刀时不得带电作业;剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线;使用完毕,随即将刀身折进刀柄。



图 0.15 常用电工刀

3. 螺丝刀

螺丝刀(图 0.16)又称为起子、改锥,是电工和家庭中常用的工具之一。按照其刀尖的不同形状,常分为一字形和十字形螺丝刀。其手柄有塑料和木柄之分。电工常用的螺丝刀长度有 50 mm、100 mm、150 mm、300 mm 等四种。

4. 钢丝钳

钢丝钳(图 0.17)是电工使用最频繁的工具之一。电工用的钢丝钳柄部加有耐压 500 V 的塑料绝缘套。常用的规格有 150 mm、175 mm、200 mm 等三种。



图 0.16 常用螺丝刀



图 0.17 常用钢丝钳

5. 尖嘴钳

尖嘴钳(图 0.18)的外形与钢丝钳相似,只是其头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳可用来剪断较细小的导线;可用来夹持较小的螺钉、螺帽、垫圈、导线等;也可用来对单股导线整形(如平直、弯曲等)。若使用尖嘴钳带电作业,应检查其绝缘是否良好,并在作业时使其金属部分不能触及人体或邻近的带电体。

6. 斜口钳

斜口钳(图 0.19)是电工常用的钳子之一,其头部扁斜,又称剪线钳、扁嘴钳。专用于剪断各种电线电缆。对粗细不同、硬度不同的材料,应选用大小合适的斜口钳。



图 0.18 常用尖嘴钳



图 0.19 常用斜口钳

7. 剥线钳

剥线钳(图 0.20)是专用于剥削较细小导线绝缘层的工具。使用剥线钳剥削导线绝缘层时,先将要剥削的绝缘长度用标尺定好,然后将导线放入相应的刃口中(比导线直径稍大),再用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被剥离。



图 0.20 常用剥线钳

8. 电烙铁

电烙铁(图 0.21)是手工焊接的主要工具,其基本结构由发热部分、蓄热部分、手柄部分等组成。

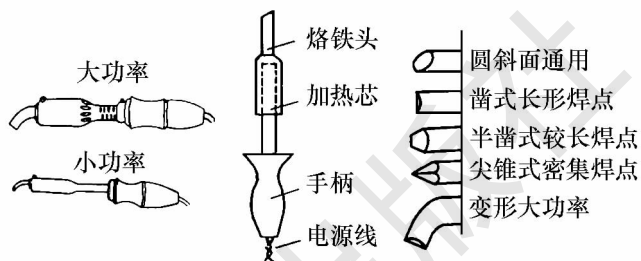


图 0.21 常用电烙铁

0.2 安全操作规程

实训室是学生进行实训的场所,实训室有直流电源和交流电源。为了防止触电事故的发生,学生在实训前,应该认真预习实训内容和操作步骤及安全用电规程。在实训时,为确保人员和设备的安全,必须时刻有“安全第一”的思想,严格按照“用电操作规程”进行实训。

进入实训室前,所有实训学员都必须按要求接受安全教育,牢固树立“安全第一”的思想,按规定的时间进入实训室,到达指定的工位,未经同意,不得私自调换。

实训时必须穿戴好规定的防护用品。一般不允许带电作业,不得穿拖鞋进入实训室,不得携带食物进入实训室,不得在室内喧哗、打闹、随意走动,不得乱摸乱动有关电气设备。

实训操作时,思想要高度集中,不准做任何与实训无关的事。

发生触电事故应立即切断电源,并采用安全、正确的方法立即对触电者进行解救和抢救。

保持实训室整洁,每次实训后要清理工作场所,擦拭实训台及其附件,应使用干燥、洁净的软布进行,做好设备清洁和日常维护工作。

实训任务完成后,经指导老师同意后方可离开实训场所。

上篇

电工技术

● 第1部分 电路基础

第1章 基本电路知识

第2章 直流电路

第3章 交流电路

● 第2部分 电工技术

第4章 供电与用电

第5章 常用电器

第6章 电动机及其控制

第 1 部分 电路基础

第 1 章 基本电路知识

电路是由电气设备和元器件,如电源、变压器、电阻、电容、电感、二极管、三极管和开关等按一定方式连接起来,为电流流通提供了路径的总体,即电流通过的路径称为电路。

电路的大小可以相差很大,小到硅片上的集成电路,大到国家输电网电路。图 1.1 所示为计算机电源电路,图 1.2 所示为输变电电路。



图 1.1 计算机电源电路



图 1.2 输变电电路

本章主要介绍电路组成与电路状态、电路基本参数等内容。

1.1 电路组成与电路状态

1.1.1 电路的组成

在我们的周围存在着各种各样简单或复杂的电子电器产品,例如手电筒、MP3、MP4、手机、计算机、洗衣机、电冰箱等,它们的电路组成是否具有相同的规律和要求呢?

让我们通过观察手电筒来认识它们的电路组成规律。图 1.3 所示为手电筒实物,图 1.4 所示为手电筒的剖面图,图 1.5 所示为手电筒电路。



图 1.3 手电筒实物

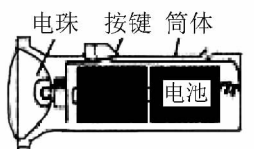


图 1.4 手电筒剖面图

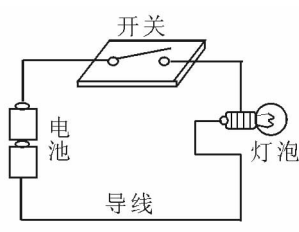


图 1.5 手电筒电路

当我们按下手电筒的按键开关,灯泡发光。



想一想

● 灯泡为什么会发光呢?

灯泡发光是由于有电流通过灯泡的灯丝时产生热效应。

● 卸下手电筒里的电池,再按下手电筒的按键,灯泡会发光吗?

灯泡不会发光,因为没有提供电流的电源。

在手电筒的电路中,其电池为电源,金属筒体为连接导线,按键为开关,灯泡为负载。一般来说,电路由电源、负载、导线、控制保护装置等四部分组成。

1. 电源

电源是提供电路电能的单元,它是将其他形式的能量(太阳能、化学能、机械能、风能等)转换为电能的装置,其作用是向负载提供电能。常见的电源分为直流电源和交流电源。

直流电源:电源输出端极性不随时间变化的供电电源[中华人民共和国电子行业标准电子电源术语及定义(SJ/T 1670—2001)的规定]。如干电池、蓄电池、直流发电机等,就是直流电源。

直流电源有正、负两个电极,正极的电位高,负极的电位低。当两个电极与外电路连通后,直流电源能维持两个电极之间的恒定电位差,从而在外电路中形成由正极到负极的恒定电流。图 1.6 所示为部分直流电源。



图 1.6 部分直流电源

交流电源:电源输出端极性随时间变化的供电电源[中华人民共和国电子行业标准电子电源术语及定义(SJ/T 1670—2001)的规定]。图 1.7 所示为部分交流电源。



图 1.7 部分交流电源

2. 负载

负载又称为用电器,它是消耗电能的装置,其作用是将电能转换为其他形式的能。常见的负载有节能灯、电动机、扬声器等。图 1.8 所示为部分负载。

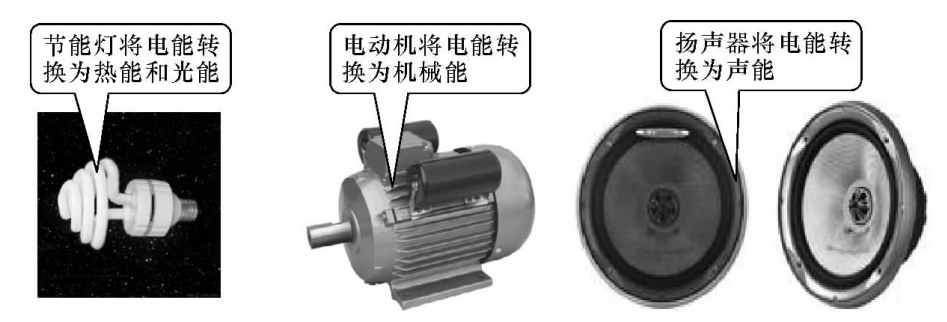


图 1.8 部分负载

3. 导线

导线在电路中承担电能输送与分配或信号传输的任务,把电源和负载连接成一个闭合回路。常用的导线有铜、铝、锰铜合金等。图 1.9 所示为部分连接导线。



图 1.9 部分连接导线

4. 控制保护装置

控制保护装置用来控制电路的通断或保护电源和负载不受损坏。例如开关、熔断器、热继电器等。图 1.10 所示为部分控制保护装置。

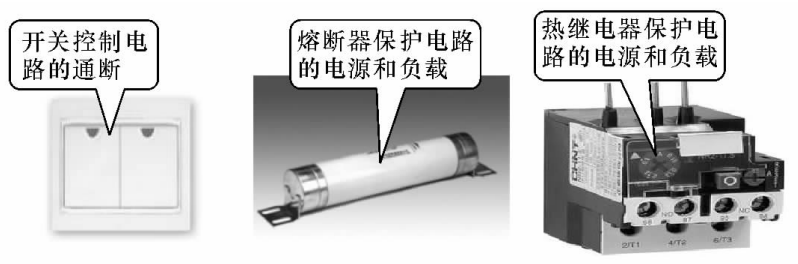


图 1.10 部分控制保护装置

1.1.2 电路的作用和分类

电路的作用:一是产生、输送、分配、控制和转换电能,如电力网将水力或火力发电机所产生的电能输送到各生产企业或用户中,电动机的控制电路(图 1.11)将电能转换为机械能;二是进行信号的传递、处理、储存及测量等,如收音机电路(图1.12)将接收的信号放大、处理、转换。

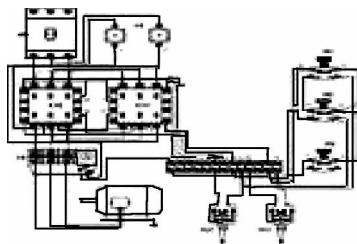


图 1.11 电动机控制电路

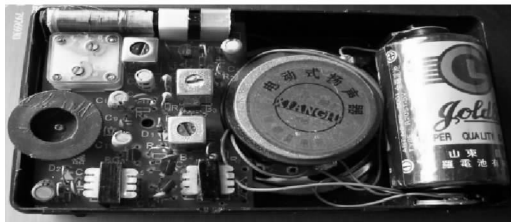


图 1.12 收音机电路

根据电路中电流的方向是否随时间变化,电路可以分为直流电路和交流电路;根据电路所处理信号的不同,电路可以分为模拟电路和数字电路;根据电路组成的部分不同,电路可以分为外电路(除电源以外的电流路径)和内电路(电源内部的通路)。

1.1.3 电路的状态

电路有三种状态,分别为通路、断路、短路,如图 1.13 所示。

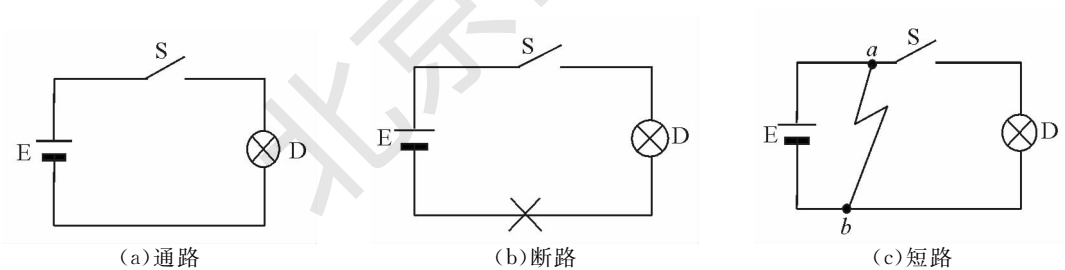


图 1.13 电路的三种状态

通路:又称闭路,就是电路的电源、负载、导线、控制保护装置连接成闭合回路。如图 1.13(a)所示,当开关闭合时小灯泡发亮。

断路:又称开路,就是电路中的电源和负载没有连成闭合回路,电路处于断开状态。如图 1.13(b)所示,当开关闭合时由于连接导线断开,此时小灯泡不发光。

短路:就是电源没有经过负载而直接连接在一起。如图 1.13(c)所示,电源在 ab 两点直接相连。短路是一种常见的电路故障,由于发生短路时电流没有通过用电器,导致用电器的电压为零,这就是发生短路的特征。此时可用电压表测量用电器两端的电压,若此处电压为零,则可能短路。

电路短路时,导线中流过的电流很大,易引起电路烧毁甚至火灾等严重事故(图 1.14)。



图 1.14 电路短路引起火灾

1.2 电路的基本物理量

在日常生活中我们见到过公路,看到过江、河、海,知道汽车在公路上奔驰,轮船在水里游荡,飞机在天空中飞翔。

那电路是什么样呢?里面是什么在流动呢?怎样描述它的特性呢?本节我们学习电路的基本物理量:电流、电压、电功和电功率。

1.2.1 电流

在如图 1.15 所示的电压、电流演示电路中,闭合开关 S,移动滑动变阻器滑片 P,观察电压表、电流表指针的变化?

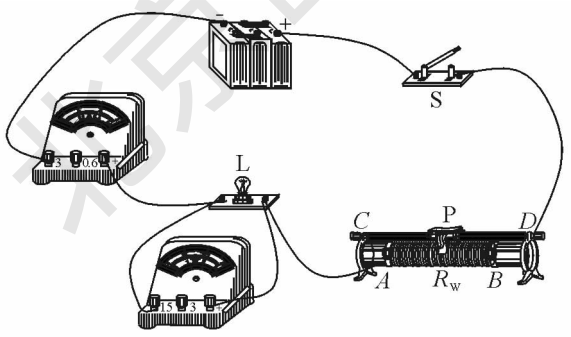


图 1.15 电压、电流演示电路

结论:当开关 S 闭合时,电压表、电流表指针发生变化;当开关 S 闭合,移动滑动变阻器滑片 P 时,电压表、电流表的指针也发生变化。

1. 电流的形成

在图 1.15 的电路中电流表的指针发生了偏转,说明导体中有电流流过。导体中电流是电荷的定向移动形成的。

当开关 S 断开时,在一定的外加条件(接上电源、施加一定的电压),电荷聚集在开关两端不能形成回路,导体中无电流产生,电流表指针不发生偏转。

当开关 S 闭合时,在一定的外加条件(接上电源、施加一定的电压),电荷发生定向运动形成回路,导体中有电流产生,电流表指针发生偏转。

在日常生活中,我们见到河中的水定向移动称为水流。

2. 电流的大小

电流的大小:单位时间内通过导体横截面的电量。

电流的代码:在国际单位制(SI)中,电流的符号为 I 。

电流的单位:在国际单位制中,电流的单位是安培,简称安,用符号 A 表示。电流的常用单位还有 kA、mA,其换算关系是:

$$1 \text{ kA} = 1\,000 \text{ A} \quad 1 \text{ A} = 1\,000 \text{ mA}$$

电流的计算公式: $I = \frac{Q}{t}$ 。其中, Q 是电量,其单位是库仑(C); t 是时间,其单位是秒(s); I 是电流,其单位是安培(A)。

3. 电流的方向

正电荷运动方向规定为电流的正方向。电流的方向用箭头或双下标变量表示。任意假设的电流方向称为电流的参考方向。如果求出的电流值为正,说明参考方向与实际方向一致;如果求出的电流值为负,说明参考方向与实际方向相反。图 1.16 所示为电流方向示意图。

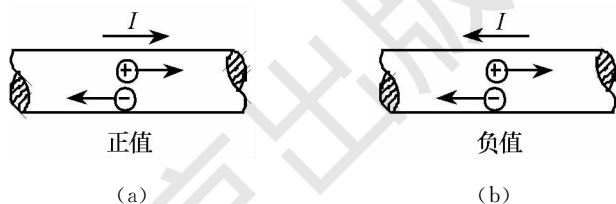


图 1.16 电流方向示意图

注意:无参考方向,电流的正负无意义;参考方向一旦选定,中途不得更改。

4. 电流的分类

电流分为直流电流和交流电流两大类。方向不随时间变化的电流称为直流电流(简称为 DCA),大小和方向随时间周期性变化的电流称为交流电流(简称为 ACA)。图 1.17 为电流波形图。



图 1.17 电流波形图

1.2.2 电压

在图 1.15 的电路中,当开关 S 闭合时,电压表指针发生了偏转,说明在小灯泡的两端



有电压存在。

电压:衡量电场力做功本领大小的物理量。在电路中若电场为将正电荷 Q 从电场中一点 a 移到另一点 b 时,电场力所做的功为 W_{ab} ,与电量 Q 的比值称为该两点间的电压,用符号 U_{ab} 表示,即 $U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q}$ 。其中, W_{ab} 是电场力做的功,单位为焦耳(J); Q 是电量,单位为库仑(C); U_{ab} 是电压,单位为伏特(V)。

电压的国际单位是伏特,简称伏,用符号 V 表示。电压的常用单位还有 kV、mV,其换算关系是:

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V} \quad 1 \text{ V} = 1\,000 \text{ mV}$$

水压有时又称为水位差,电压有时称为电位差,它是导体两端电位之差。根据电路中电流是直流电流还是交流电流,电路两端的电压分别称为直流电压、交流电压。

1.2.3 电功与电功率

我们将一桶水从 1 楼搬到 18 楼,这是人力做功,消耗的是体能;若我们乘电梯同样将一桶水搬到 18 楼,这是电流做功,消耗的是电能。电流做功的过程,就是将电能转化为其他形式的能的过程。例如:我们使用的手机,消耗的电能转化为热能、声能、电磁波;我们家里的洗衣机,消耗的电能转化为机械能;家里的灯泡,消耗的电能转化为热能、光能。

1. 电功

电场力所做的功叫做电功,电功就是电能转化成其他形式的能的过程。用符号 W 表示。电流在一段电路上所做的功,与这段电路两端的电压 U 、流过的电流 I 、通过的时间 t 有关系,用公式表示为: $W = UIt$,其中 W 的单位为焦耳(简称为 J)、 U 的单位为伏特(简称为 V)、 I 的单位为安培(简称为 A)、 t 的单位为秒(简称为 s)。

在实际生活和工作中,电功还有一个单位是千瓦时(简写 $\text{kW} \cdot \text{h}$),常称为度。其二者关系为:

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

电功的多少用电能表来计量。图 1.18 所示为部分机械式和电子式电能表。



图 1.18 部分机械式和电子式电能表

2. 电功率

电功描述了电流做功的多少,但不能描述电流做功的快慢,我们把在单位时间内所做的功称为电功率,简称功率。电功率用符号 P 表示,其公式为 $P = \frac{W}{t}$ 。

若电功 W 单位为焦耳(J),时间 t 的单位为秒(s),则电功率的单位为瓦特(W)。

电功率常用的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW),它们之间的换算关系:

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1\,000 \text{ mW}$$

电路中的电功率用功率表测量。

例 1.1 某电视机的功率为 80 W,平均每天开机 2 h,若电费为 5 角/度,则一年缴纳多少电费?(一年按 365 天计算)

解:电视机一年的总电量为: $W = Pt = 0.08 \times 2 \times 365 = 58.4$ (度)

电视机一年电费为: $58.4 \times 0.5 = 29.2$ (元)

1.3 实训:万用表的使用

1.3.1 万用表简介

万用表是一种可以测量多种电量的多量程便携式仪表,最大的特点是有一个量程转换开关,各种功能就是靠这个开关来切换的。主要有数字式和指针式两种类型,图 1.19 所示为部分常用的万用表。现在的万用表添加了很多新功能,尤其是数字式万用表,如测量电容值、三极管放大倍数、二极管压降等,还有一种会说话的数字万用表,能把测量结果用语言播报出来。



图 1.19 部分常用万用表

从外形上看,万用表由表笔及表笔插孔、选择开关、测量值显示等三部分组成。其中,表笔及表笔插孔、选择开关在数字式万用表和指针式万用表中没有区别,测量值显示部分在数字式万用表和指针式万用表中则有很大的差别。

1. 表笔和表笔插孔

万用表的表笔分为红表笔、黑表笔,如图 1.20 所示。



图 1.20 万用表的红表笔、黑表笔



使用时应将红表笔插入标有“+”号的插孔,黑表笔插入标有“-”号的插孔。用万用表测量电压或电流时,万用表的红表笔一定要接被测电压或电流的正极,万用表的黑表笔一定要接被测量电压或电流的负极。也就是说,被测电路的电流从万用表标有“+”号的插孔(红表笔)流进万用表。当用万用表测量电阻时,由于电阻两端不允许有电压存在,需要万用表向被测电阻提供电流,提供的电流仍要从万用表标有“+”号的插孔(红表笔)流进万用表,因此测电阻时万用表的黑表笔对应表内电池的正极、红表笔对应表内电池的负极。

2. 选择开关

万用表的选择开关是一个多挡位的旋转开关(图 1.21),用来选择测量项目和量程。通常万用表的测量项目包括:“mA”一直流电流、“V”一直流电压、“ $\tilde{V}$ ”—交流电压、“ Ω ”—电阻。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。例如,测量电阻时有 $\times 1\ \Omega$ 、 $\times 10\ \Omega$ 、 $\times 100\ \Omega$ 、 $\times 1\ k\Omega$ 、 $\times 10\ k\Omega$ 等。



图 1.21 万用表选择开关

3. 测量值显示

数字式万用表显示测量值的是一个液晶显示屏(图 1.22(a)),测量的数值直接显示在液晶屏上,识读比较直观,很容易掌握,读数单位由选择开关选定的测量项目和量程确定。

指针式万用表显示测量值的是一个表盘,表盘上印有多种文字符号,刻度线和数值符号,分别对应不同的测量项目和量程。其中,符号“ $A-V-\Omega$ ”表示多用表,可以测量电流、电压和电阻;符号“-”或“DC”表示直流,“ $\sim$ ”或“AC”表示交流,刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值;右端标有“ Ω ”的是电阻刻度线,其右端为零,左端为 ∞ ,刻度值分布不均匀。指针式万用表测量值识读比较麻烦,一般选择与选择开关选定的量程相一致的刻度值识读测量值,此时读出的读数就是测量值。若选择与选择开关选定的量程不一致的刻度值识读测量值,或没有相应的刻度值,则读出的读数需要进行换算。如图 1.22(b)所示。



图 1.22 万用表显示屏

1.3.2 实训：万用表测量电阻

1. 实训任务书

项目名称	MF—47 型万用表测量电阻			时间	2 学时
实训目的	1. 熟悉万用表的面板结构 2. 掌握万用表测量电阻的面板读数 3. 掌握万用表测量电阻的程序				
实训器材	MF—47 型万用表 1 块;470 Ω、10 kΩ、200 kΩ 电阻各 2 只;连接导线若干				
实训要求	1. 观察万用表的面板显示屏电阻挡数字刻度的分布特点 2. 利用万用表的× 1 Ω、× 10 Ω、× 100 Ω、× 1 kΩ、× 10 kΩ 电阻挡分别测量 470 Ω、10 kΩ、200 kΩ 电阻,比较各电阻挡测量值和实际电阻值的差值 3. 利用导线将相同型号的电阻首尾依次相连、首首尾尾分别相连,测量其电阻值				
测量记录	序号	被 测 元 件	选择的万用表挡位	指针指示读数	测量阻值与实际阻值的差值
	1	470 Ω	× 1 Ω		
	2	470 Ω	× 10 Ω		
	3	470 Ω	× 100 Ω		
	4	470 Ω	× 1 kΩ		
	5	470 Ω	× 10 kΩ		
	序号	被 测 元 件	选择的万用表挡位	指针指示读数	测量阻值与实际阻值的差值
	1	10 kΩ	× 1 Ω		
	2	10 kΩ	× 10 Ω		
	3	10 kΩ	× 100 Ω		
	4	10 kΩ	× 1 kΩ		
	5	10 kΩ	× 10 kΩ		
	序号	被 测 元 件	选择的万用表挡位	指针指示读数	测量阻值与实际阻值的差值
	1	200 kΩ	× 1 Ω		
	2	200 kΩ	× 10 Ω		
	3	200 kΩ	× 100 Ω		
	4	200 kΩ	× 1 kΩ		
	5	200 kΩ	× 10 kΩ		



续表

项目名称	MF-47 型万用表测量电阻		时间	2 学时	
测量记录	序号	将 2 个 $470\ \Omega$ 的电阻首尾相连测量电阻	选择的万用表挡位	指针指示读数	测量阻值与实际阻值的差值
	1	$470\ \Omega + 470\ \Omega$	$\times 1\ \Omega$		
	2	$470\ \Omega + 470\ \Omega$	$\times 10\ \Omega$		
	3	$470\ \Omega + 470\ \Omega$	$\times 100\ \Omega$		
	4	$470\ \Omega + 470\ \Omega$	$\times 1\ \text{k}\Omega$		
	5	$470\ \Omega + 470\ \Omega$	$\times 10\ \text{k}\Omega$		
	序号	将 2 个 $470\ \Omega$ 的电阻首首尾尾相连测量电阻	选择的万用表挡位	指针指示读数	测量阻值与实际阻值的差值
	1	$470\ \Omega // 470\ \Omega$	$\times 1\ \Omega$		
	2	$470\ \Omega // 470\ \Omega$	$\times 10\ \Omega$		
	3	$470\ \Omega // 470\ \Omega$	$\times 100\ \Omega$		
	4	$470\ \Omega // 470\ \Omega$	$\times 1\ \text{k}\Omega$		
	5	$470\ \Omega // 470\ \Omega$	$\times 10\ \text{k}\Omega$		
思考体会	1. 万用表的面板显示屏电阻挡数字刻度的分布有什么特点 2. 利用万用表的 $\times 1\ \Omega$、$\times 10\ \Omega$、$\times 100\ \Omega$、$\times 1\ \text{k}\Omega$、$\times 10\ \text{k}\Omega$ 电阻挡分别测量 $470\ \Omega$、$10\ \text{k}\Omega$、$200\ \text{k}\Omega$ 电阻,比较各电阻挡测量值和实际电阻值的差值,你从测量的最小差值发现了什么规律 3. 利用导线将相同型号的电阻首尾依次相连、首首尾尾分别相连,测量其电阻值。你从测量的电阻值发现了什么规律				
温馨提示	1. 严禁在被测电路带电的情况下测量电阻 2. 测电阻时直接将表笔跨接在被测电阻或电路的两端 3. 测量前或每次更换倍率挡时,都应重新调整欧姆零点 4. 测量电阻时,应选择适当的倍率挡,使指针尽可能接近标度的几何中心 5. 测量中不允许用手同时触及被测量电阻两端,以避免并联人体电阻,使读数减小 6. 实训结束后,整理好本次实训所用的器材,将万用表的选择开关置于“OFF”挡或交流电压最大挡位,收好万用表 7. 清扫工作台,打扫实训室				



对待测电阻估值, 选择的电阻挡使指针在1/2中心位左右

图 1.26 万用表选电阻挡挡位



调节电阻旋钮使指针指在电阻的零位

图 1.27 万用表指针调零



将表笔两端与电阻相连

图 1.28 万用表测量电阻



读数注意指针位置、电阻挡位

图 1.29 万用表读数

本章小结

1. 基本概念

(1) 电流: 电荷的定向移动形成电流。电流常用 I 表示。电流分直流和交流两种。电流的大小和方向不随时间变化的叫做直流。电流的大小和方向随时间变化的叫做交流。电流的单位是安(A), 也常用毫安(mA)或者千安(kA)做单位。1 kA=1 000 A, 1 A=1 000 mA。

(2) 电压: 形成电流的原因。在电路中, 电压常用 U 表示。电压的单位是伏(V), 也常用毫伏(mV)或者千伏(kV)做单位。1 kV=1 000 V, 1 V=1 000 mV。

(3) 电功率: 在单位时间内所做的功。电功率常用 P 表示。电功率的单位是瓦特(W), 也常用千瓦(kW)或者毫瓦(mW)做单位。1 kW=1 000 W, 1 W=1 000 mW。

2. 电路由电源、负载、导线、控制保护装置等四部分组成。

●参考书目与学习链接

1. 张军. 电子元器件检测与维修. 北京: 科学出版社, 2009
2. 章振周. 电工基础. 北京: 机械工业出版社, 2008

思考与练习

思考题

1. 电路由哪几部分组成?
2. 组成电路的电源、负载、开关、控制保护装置有什么特点?
3. 怎样判断电路短路?

习题

1. 某品牌计算机的功率为 100 W , 平均每天开机 6 h , 若电费为 5 角/度 , 那么一年应缴纳多少电费? (一年按 365 天 计算)
2. 某导线在 10 s 内通过的电荷量为 30 C , 求导体中有多大的电流通过?