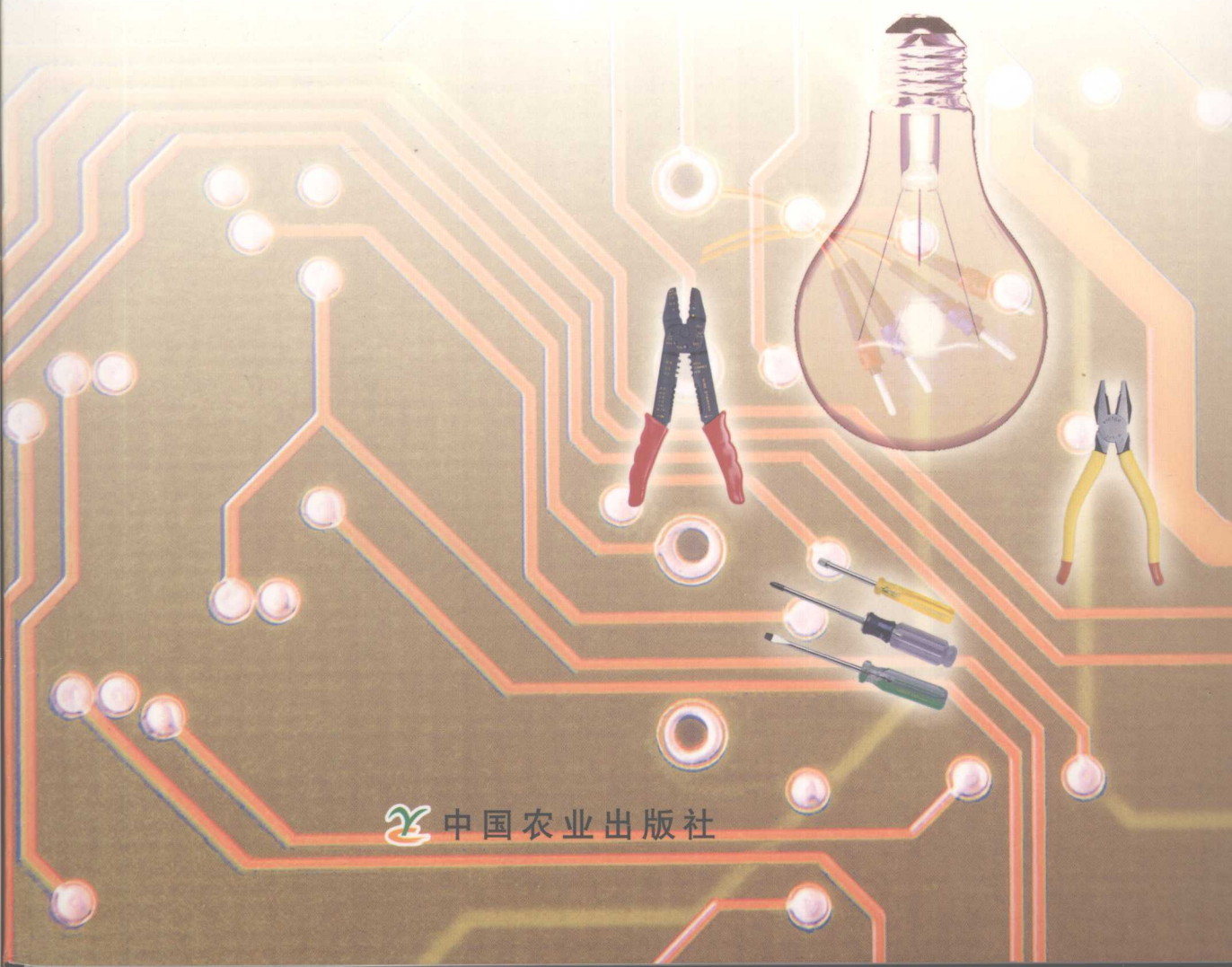




中等职业教育农业部规划教材

电工基础

蔡永超 主编



中国农业出版社

欢迎登录：全国农业教育教材网
<http://www.nongyejiaocai.com>

本书采用出版物数码防伪系统
刮开涂层将16位防伪密码发短信至95881280
免费查询 辨别真伪
详情请查询中国扫黄打非网
<http://www.shdf.gov.cn>
防伪、网络增值服务说明见书内“郑重声明”页

明码 7108 6827 3767 6521
密码

封面设计 姜 欣

ISBN 978-7-109-12089-1



9 787109 120891 >

定价：22.50 元

中等职业教育农业部规划教材

电 工 基 础

蔡永超 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工基础 / 蔡永超主编. —北京: 中国农业出版社,
2008. 7

中等职业教育农业部规划教材

ISBN 978-7-109-12089-1

I. 电… II. 蔡… III. 电工学-专业学校-教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 108113 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 薛 波

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.5

字数: 350 千字

定价: 22.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

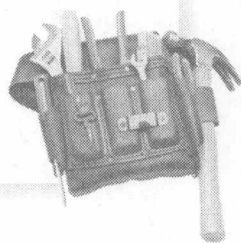
本教材编写紧紧围绕“以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位”的职业教育思想,以“必需、够用”为原则,采用“项目引导、任务驱动”教学模式,让学生在学中做,在做中学,在掌握电工基础知识和基本操作技能的基础上增强解决实际问题的能力。

全书共分十二个项目:基本直流电路的分析与测量、简单直流电路的分析与测量、复杂直流电路的分析与应用、电容器的分析与连接、电生磁的理论及其应用、磁生电的理论及其应用、基本正弦交流电路的分析与应用、电动机的原理与连接、日光灯与自感、变压器、电能表及其连接、照明电路的安装。每个项目下有若干任务、相关知识链接、动手操作训练、思考与练习。

本教材可供中等职业学校电类及相关专业使用,也可作为岗位培训用书。

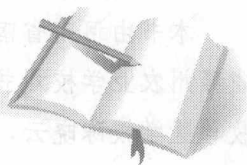
编 审 人 员

- 主 编** 蔡永超 (河南省南阳农业学校)
- 副主编** 宋海须 (河北省邢台市农业学校)
刘书友 (江西省赣州农业学校)
- 参 编** 王洪明 (四川省水产学校)
陈晓云 (广西柳州畜牧兽医学校)
胡快发 (广东省梅州农业学校)
郝文格 (河北省邢台市农业学校)
谢 靖 (河南省南阳农业学校)
- 审 稿** 杨荣昌 (陕西机电工程学校)
马质璞 (河南省南阳农业学校)





前言



现代电子技术的发展推动着一个新的时代的到来,各种电气设备在各个领域中均扮演着重要角色,发挥着越来越重要的作用,掌握电工基础知识和基本技能已成为中等职业教育对工科各专业学生的基本要求。因此,各中等职业学校工科专业均开设了“电工基础”、“电工技术”、“电工电子技术”或类似课程。

本书为普通中等职业教育农业部规划教材,是参考教育部制定的中等职业教育电类专业教学大纲、劳动部门相关工种技能鉴定要求、吸收近几年的教学改革成果的基础上编写的。本教材编写时打破了传统《电工基础》以理论讲授为主、《电工技术》以技能操作为主的教学模式,把电工基础知识与电工基本技能有机结合,力图使读者掌握电工基础的初步知识,进而理解常见电器设备的基本工作原理,掌握电工基本的测量、安装、连接、使用方法。

本教材采用“项目引导、任务驱动”教学模式,让学生在学中做,在做中学。全书共设十二个相对独立的项目,每个项目下设若干任务。每项任务按照电路模型、提出问题、知识讲解、思考与练习、相关链接的模式编写。电路模型与本项任务要分析和解决的问题紧密联系,与实际、实践紧密联系,是为了说明或者验证我们要阐述的相关的理论分析,使学生在接受任务之前首先建立起一个感性认识,然后上升到理性分析,有条件的学校还可以进行操作验证。电路模型测量的数据、波形具有一定的引导性,使学生认识数据、波形的规律,在此基础上进行相关理论的分析。任务中提出的问题是学生感兴趣的问题,与电路模型、数据、波形和任务目标有一定联系的问题,层次上由浅入深。本教材对理论的分析力求体现适度够用,省略了过于复杂冗长的公式推导,有的公式、定律我们作为结论直接应用,较好地把握每项任务的理论深度,降低学习难度。每项任务注重与实际紧密联系,筛选了一些直接反映任务目标、学生有所了解的简单的实际应用。

由于本书在内容的编排上进行了调整、组合,可根据电类的不同专业方向,进行项目选择,带*的为选学内容,也可以根据教学需要,进行项目中的任务选学。



本书未设专一的实验、实训内容,有条件的学校可把电路模型进行参数修改后作为实验、实训内容操作,动动手也是实验、实训内容。

本书由河南省南阳农业学校蔡永超任主编,河北省邢台市农业学校宋海须、江西省赣州农业学校刘书友任副主编,参加编写的有四川省水产学校王洪明,广西柳州畜牧兽医学校陈晓云,广东省梅州农业学校胡快发,河北省邢台市农业学校郝文格,河南省南阳农业学校谢靖。本书承蒙陕西机电工程学校杨荣昌高级讲师、河南省南阳农业学校马质璞高级讲师审阅,对他们提出的宝贵修改意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年6月

目 录



前言

项目一 基本直流电路的分析与测量	1
任务一 电路的基本组成	1
任务二 电流及测量	3
任务三 电压及测量	5
任务四 电阻及电阻定律	6
任务五 欧姆定律	10
任务六 电流做功、电功率、焦耳定律	11
项目二 简单直流电路的分析与测量	14
任务一 电阻的串联及应用	14
任务二 电阻的并联及应用	17
项目三 复杂直流电路的分析与应用	24
任务一 电位、支路、节点、回路的概念	24
任务二 两种电源模型的等效变换	27
任务三 基尔霍夫电流定律及应用	29
任务四 基尔霍夫电压定律及应用	31
任务五 支路电流法及应用	35
* 任务六 叠加定理及应用	38
* 任务七 戴维宁定理及应用	40
项目四 电容器的分析与连接	45
任务一 电容器的基本知识	45
任务二 电容器的连接	49
任务三 电容器的充电和放电	52



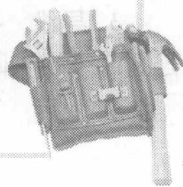
项目五 电生磁的理论及其应用	56
任务一 磁体的磁场及其应用	56
任务二 电流的磁场及其应用	60
任务三 表述磁场的主要物理量	65
任务四 磁场对电流的作用力及其应用	69
* 任务五 铁磁性物质的磁化规律及其应用	76
项目六 磁生电理论及其应用	83
任务一 电磁感应现象及其应用	83
任务二 单相正弦交流电的性质及其应用	94
* 任务三 三相正弦交流电的产生及其连接	109
项目七 基本正弦交流电路的分析与应用	117
任务一 纯电阻电路	117
任务二 纯电容电路	121
任务三 纯电感电路	127
任务四 RC 串联电路	133
任务五 RL 串联电路	141
任务六 RLC 串联谐振电路	147
* 项目八 电动机的原理与连接	156
任务一 三相负载的连接及其规律	156
* 任务二 三相异步电动机	160
任务三 单相异步电动机	173
项目九 日光灯与自感	176
任务一 自感现象及其应用	176
任务二 日光灯	181
* 项目十 变压器	187
任务一 磁路	187
任务二 常用变压器的结构及基本原理	193
项目十一 电能表及其连接	200
任务一 认识电能表	200



* 任务二 电能表的结构、原理及连接	203
* 项目十二 照明电路的安装	210
任务一 照明电路的元器件	210
任务二 常用工具的使用	216
任务三 室内配线	220
任务四 安全用电	225
主要参考文献	235

项目一

基本直流电路的分析与测量



项目目标

了解电路的基本组成；会使用电路图形符号画电路图；掌握电压、电流、电阻等概念；掌握部分电路欧姆定律；能够计算电功、电功率，理解焦耳定律。

任务一 电路的基本组成

电路模型

简单直流电路如图 1-1 所示。

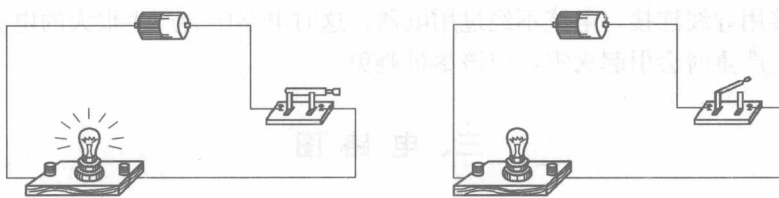


图 1-1 简单直流电路

问题

1. 什么是电路？
2. 组成基本电路的元件有哪些？各起什么作用？
3. 电路有哪几种工作状态？

一、电路的基本组成

图 1-1 所示是日常生活中常见的手电筒电路。一个电路总是由电源、用电器、导线和开关组成。电路就是把电源、用电器、开关用导线连接起来组成的电流路径。



1. 电源 电源是给用电器两端提供电压，并能使电路中有持续电流的装置。常见的直流电源有干电池、蓄电池和直流发电机等。电源有正、负两个极，当电路中有电流时，电源把其他形式的能量转化成电能。

2. 用电器 用电器在电路中常被称为电源的负载，如电灯、电炉、电铃、电动机等。当电路中有电流通过时，用电器把电能转化为其他形式的能。

3. 导线 导线由金属导体制成，在电路中起连接和传输作用。导线把电源与用电器连接起来构成回路，并把电源的电能输送到用电器。

4. 开关 它起到控制电路接通或断开的作用。

二、电路的状态

电路的状态有如下几种（图 1-2）：通路、开路、短路。

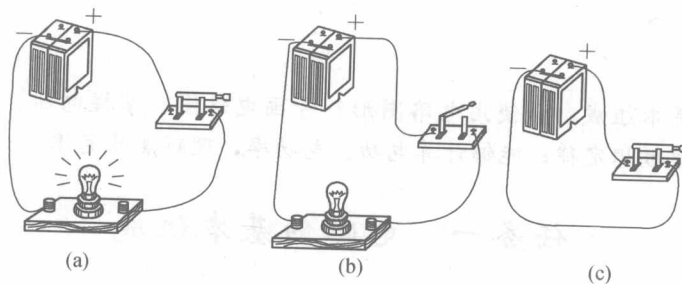


图 1-2 电路的三种状态

(a) 通路 (b) 开路 (c) 短路

通路，又叫闭路，是电路接通的状态；开路，也叫断路，是电路断开的状态；短路是电源两端直接用导线连接，电流不经过用电器，这时电路中会产生很大的电流，造成电源和导线损坏，严重时会引起火灾，应该尽量避免。

三、电 路 图

用规定的符号表示电路连接情况的图，叫电路图。电路图用统一规定的符号来表示电路中的各种元件。电路图可以方便地画出，而且比较容易看出电路中各元件的连接情况，在电工基础及有关技术资料中广泛使用。表 1-1 是几种常用的电路图形符号。

表 1-1 常用电路图形符号

名 称	符 号	名 称	符 号
电 阻		电压表	
电 池		接 地	
电 灯		熔断器	



(续)

名 称	符 号	名 称	符 号
开 关		电 容	
电流表		电 感	



思考与练习

请将图 1-1 和图 1-2 用电路图画出。

任务二 电流及测量

电路模型

测量电流的电路模型如图 1-3 所示。

问题

1. 电流的方向是怎么规定的?
2. 产生电流的条件是什么?
3. 电流的大小是如何定义的?
4. 电流应如何测量?

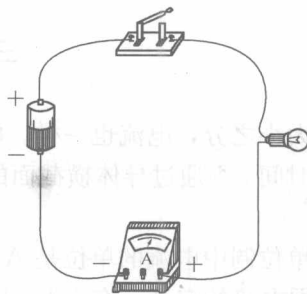


图 1-3 电流测量

一、电流的方向

水在水管中沿着一定方向流动,水管中就形成了水流。同理,电荷在电路中定向移动,电路中就形成了电流。电荷的定向移动形成电流。

自然界中的电荷有两种,一种是正电荷,一种是负电荷。正电荷带正电,负电荷带负电。一个电子所带的电量 $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$,任何带电体所带电量都是它的整数倍。形成电流的电荷可能是正电荷,也可能是负电荷,还可能是正、负电荷同时向相反方向定向移动,电流的方向如何定义呢?电磁学中规定:正电荷定向移动的方向为电流的正方向。因此,负电荷移动的方向为电流的反方向,可见电流的方向只表明电荷的定向运动方向。

实际的电路计算中,在无法确定电路中电流的真实方向时,常先假定一个电流方向,叫参考方向,用箭头标明,如果计算的结果为正值,那么表明参考方向与真实的电流方向一致;反之,计算结果为负值,那么参考方向与真实的电流方向相反。在不规定电流的参考方向时,电流的正负号无任何意义。

如果电流的大小和方向都不随时间变化,这样的电流叫直流电;如果电流的大小随时间变化而方向不随时间变化,这样的电流叫脉动电流;如果电流的大小和方向都随时间的



变化而变化, 这样的电流叫交流电。

二、电流的形成

电荷的定向移动形成电流。所以, 要形成电流, 就要有能够自由移动的电荷, 这是形成电流的内因。金属中的自由电子, 电解液中的正、负离子都是自由电荷。但是, 只有自由电荷还不能形成电流。比如, 金属中有大量的自由电荷, 它们不断地做无规则的热运动, 在任一时刻, 自由电荷运动的运动方向不定且几率相同, 从宏观上看, 自由电荷的运动互相抵消, 因此没有电荷的定向移动, 也就没有电流。要产生电流, 还应有一能够推动自由电荷定向移动的力。这种力与宏观上的拉力、推力不同, 它是电荷间的同性相斥、异性相吸的力, 这种力称为电场力。只有导体两端有电压时, 才能保持导体内有电场力, 才能使导体中的自由电荷在无规则的热运动的基础上附加定向的移动, 这样才能形成电流。因此, 要形成电流, 就要使导体两端有电压, 这是形成电流的外因。

三、电流的大小

水流有大小之分, 电流也一样。电流是单位时间内通过导体横截面的电荷量, 用 I 表示。如果在时间 t 内通过导体横截面的电荷量为 q , 则通过导体的电流为

$$I = q/t. \quad (1-1)$$

在国际单位制中电流的单位是 A (安培), 电荷量的单位是 C (库仑), 时间的单位是 s (秒)。根据电流的定义, 有 $1 \text{ A} = 1 \text{ C}/1 \text{ s}$ 。常用的电流单位还有 mA (毫安), μA (微安) 等, $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$, $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$ 。

四、电流的测量

电流的测量要用专门的仪表——电流表, 又叫安培表, 电路符号为—①—。

电流表的使用规则如下:

- (1) 电流表要串联在电路中 (图 1-3)。
- (2) 连接电流表时必须使电流从“+”接线柱流进电流表, 从“-”接线柱流出电流表 (图 1-3)。
- (3) 被测电流不能超过电流表的量程 (当不能预先估计被测电流的大小时, 应尽量用较大量程, 并用“试触法”拿电路的一个线头试触电流表的接线柱, 查看指针的偏转是否在量程之内。如果超出量程就要改用更大量程的电流表)。

绝对不允许不经过用电器而把电流表直接连接到电源两极上。



思考与练习

1. 如果在 10 s 内通过导体横截面的电量是 15 C, 求导体中的电流。
2. 一个家用电熨斗工作时的电流是 1.5 A, 求每秒通过电熨斗的电量。



3. 自己设计一个电路，并用电流表测量电路中的电流。(注意安全!)
4. 均匀导线在 1 h 内通过某横截面的电荷量为 900 C，问通过导线的电流多大？合多少毫安？多少微安？
5. 画出图 1-3 所示的电流测量的电路图。

任务三 电压及测量

电路模型一

电压与水压的对照见图 1-4。

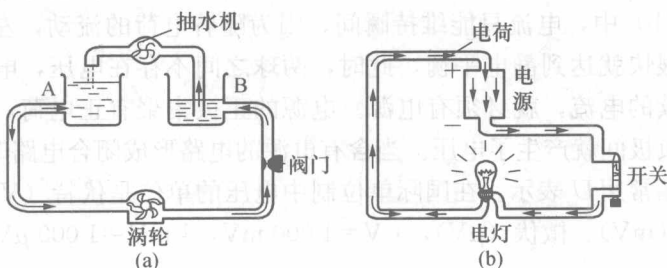


图 1-4

(a) 水流的形成 (b) 电流的形成

电路模型二

如图 1-5 (a) 所示，两个同样的验电器 A 和 B，A 带电，B 不带电。用金属棒把 A 和 B 连接起来，如图 1-5 (b) 所示，会看到 A 的金属箔张开的角度减小，B 的金属箔张开。最后两个验电器的金属箔张开的角度相同。

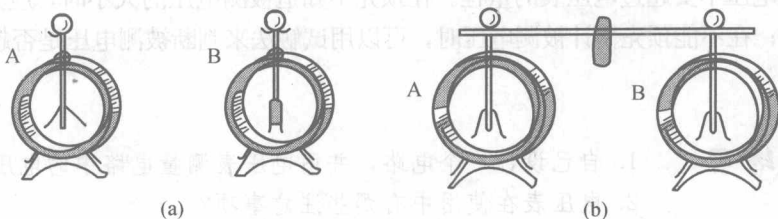


图 1-5 验电器带电量的变化

问题

1. 水流是如何形成的？
2. 电流是如何形成的？与水流的形成有哪些相似之处？
3. 电压是怎样形成的？
4. 电压与电流有什么关系？