

零

起步轻松学

电工技术

蔡杏山 刘凌云 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学 电工技术

蔡杏山 刘凌云 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

零起步轻松学电工技术 / 蔡杏山, 刘凌云编著. —北京:
人民邮电出版社, 2008.5
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-17602-8

I. 零… II. ①蔡…②刘… III. 电工技术—基本知识
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 017174 号

内 容 提 要

本书是一本电工技术入门图书, 主要包括电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器与电动机、室内配电线路的安装以及安全用电等内容。

本书的目的是培养应用型人才, 因此在编写时注重内容的实用性。另外, 为了帮助读者掌握本书的知识要点, 书中对重点内容采用加粗字体, 以突出重点。

本书内容由浅入深、通俗易懂, 结构安排符合认知规律, 适合作为电工技术初学者的自学教材, 也适合作为职业院校电工技术专业的教材和学习辅导书。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学电工技术

-
- ◆ 编 著 蔡杏山 刘凌云
责任编辑 申 苹
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 16
字数: 342 千字 2008 年 5 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17602-8/TP

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

丛书前言

在现代社会中，随着科学技术的飞速发展，电子、电工技术已经渗透到社会的许多领域，社会需要大量掌握电子、电工技术的人才。电子、电工技术都属于电类技术，但两者侧重点不同：电子技术是处理低电压、小电流的弱电信号的技术；而电工技术则是处理高电压、大电流的强电信号的技术。电子技术和电工技术在早期划分还比较明显，但在现代社会，两种技术融合越来越紧密，社会对同时掌握电子、电工技术的复合型人才的需求非常迫切。

任何一门技术，既可以通过在学校系统学习，也可以通过自学来掌握。但不管哪种学习方式，都需要一套系统全面、通俗易懂的入门教材。好的入门教材可以让我们学习时少走弯路，轻松、快速地掌握技术。

一、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材，它分两个系列：电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面，各分册既紧密相关，又独立成册，具体内容如下。

电子技术系列图书：

➤ 《零起步轻松学电子技术》以很低的起点将读者引入电子技术领域，让读者初步全面了解电子技术，对其有一个整体的认识，并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ 《零起步轻松学电子电路》用通俗易懂的语言介绍电子电路（低频、高频模拟电路），培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学数字电路》从数字电路中最基本的门电路开始，介绍各种基础数字电路，培养读者对数字电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学电子测量仪器》介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法，如万用表、信号发生器、示波器等，培养读者用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ 《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电

零起步轻松学电工技术

路原理图和印制电路板,使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ 《零起步轻松学单片机技术》以 MCS-51 单片机为例,介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书:

➤ 《零起步轻松学电工技术》主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ 《零起步轻松学电工常用电子电路》主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

➤ 《零起步轻松学电动机及控制线路》主要介绍电气控制线路基础知识和直流电机、三相异步电机、单相异步电机、各种特种电机的工作原理及相关的控制线路。

➤ 《零起步轻松学变频技术》主要介绍变频常用电力电子器件、交直交变频技术、脉宽调制技术、交交变频技术和变频技术的应用,另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

➤ 《零起步轻松学 PLC 技术》主要介绍 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

二、丛书的特点

➤ **结构安排符合人的认识规律。**在图书内容编排上,按照循序渐进、由浅入深的原则进行,读者只需从前往后阅读图书,便会水到渠成。

➤ **起点低,语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语,多用通俗易懂的语言,遇到较难理解的内容用比喻来说明,尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导,具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容,使阅读变得轻松。

➤ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点,书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点,指示学习重点。

➤ **网络辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题,可登录易天教学网:www.eTV100.com,向老师提问,在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

三、丛书的读者对象

本套丛书起点低,只要具有初中文化程度且对电子技术感兴趣的读者均可阅读,主要的读者对象有以下几类:

➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说,本丛书内容丰富、通俗易懂的特

丛书前言

点可使读者，尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识，轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来说，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书，能让读者更容易理解教材的内容。

编者

前 言

本书的任务是将初学者引进电工技术领域,使读者能较全面地了解电工技术各方面的知识,并能掌握电工初、中级技能,为以后学习更高层次的电工知识打下坚实的基础。

一、本书章节内容

第 1 章 电工基础知识 本章主要介绍电工技术的基础知识,掌握这些基础知识对学习后面更高层次的电工技术有很大帮助。

第 2 章 电工仪表 学会使用电工仪表是学习电工技术的一项重要内容,只有掌握了电工仪表的原理与使用方法,才能进行电气线路和电气设备的测量、调试。本章主要介绍了指针万用表、数字万用表、电能表、钳形表、兆欧表和示波器的使用。

第 3 章 低压电器 低压电器是指在交流电压 1200V 或直流电压 1500V 以下工作的电工器件,它们在电气线路中可以实现接通、切断、保护等控制功能。本章主要介绍了开关、熔断器、断路器、漏电保护器、接触器和继电器等常见的低压电器。

第 4 章 电子元件 随着电工技术的不断发展,越来越多的电气设备采用电子电路进行控制,而电子元件是构成电子电路的基本元素。本章主要介绍了电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、场效应管、晶闸管和其他一些常用的电子元件。

第 5 章 变压器与电动机 变压器和电动机是两种最常见的电气设备。变压器可以改变交流电压的大小,常用在变配电线路中进行升压和降压;电动机可以将电能转换成机械能,是一种最常见的电力动力设备。本章主要介绍了变压器和三相异步电动机的工作原理与接线方式。

第 6 章 室内配电线路的安装 在室内安装配电线路是电工人员的一项基本功。本章主要介绍了照明光源、导线的选择与连接以及室内配电布线。

第 7 章 安全用电 在进行电工作业时,由于所接触的电压、电流都比较大,因此,为了避免操作时因触电而造成人体伤害,需要掌握一些安全用电方面的知识。本章主要介绍了人体触电的几种方式、接地与接零以及接地装置的安装。

二、本书学习建议

1. 从前往后逐章节阅读本书,遇到难以理解的知识可以跳过去,等学习完后续内容,理解能力提高了,再重新学习这些内容。

2. 每次不要阅读太多的内容,对书中字体加粗显示的内容要重点理解和记忆。为了强化记忆,在每学完一章后,应对本章的内容进行总结。

3. 由于电工技术是一门实践性很强的技术,因此建议读者在阅读本书时,尽量购置一些常用电工器材(如万用表、低压电器和一些电子元器件),并努力寻找一些动手机会。

4. 如果阅读时遇到难理解的问题,可以参考其他相关书籍,也可以登录易天教学网 www.eTV100.com,通过观看辅导材料或向老师提问进行学习。

本书在编写过程中得到了易电工作室很多教师的支持,其中蔡玉山、詹春华、何广文、袁兵生、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、何彬、刘常名和曾国忠等参与了资料的收集和部分章节的编写,在此一并表示感谢。由于水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,望广大读者和同仁予以批评指正。

编者



第 1 章 电工基础知识	1
1.1 电路的基础知识	2
1.1.1 电路、电流和电阻	2
1.1.2 电位、电压和电动势	3
1.1.3 电路的三种状态	5
1.1.4 接地和屏蔽	5
1.2 直流电和交流电	6
1.2.1 直流电	6
1.2.2 交流电	7
1.2.3 三相交流电	11
1.3 欧姆定律	14
1.4 电阻的串联和并联	15
1.4.1 电阻的串联	16
1.4.2 电阻的并联	16
1.4.3 电阻的混联	17
1.5 电功、电功率与焦耳定律	17
1.5.1 电功和电功率	17
1.5.2 焦耳定律	18
1.6 电磁现象及规律	19
1.6.1 磁铁与磁性材料	19
1.6.2 通电导体产生的磁场	20
1.6.3 通电导体在磁场中受到的力	21
1.6.4 电磁感应	22

第2章 电工仪表	25
2.1 指针万用表.....	26
2.1.1 指针万用表的面板介绍.....	26
2.1.2 指针万用表的测量原理.....	28
2.1.3 指针万用表的使用方法.....	32
2.1.4 指针万用表使用注意事项.....	39
2.2 数字万用表.....	39
2.2.1 数字万用表的面板介绍.....	39
2.2.2 数字万用表的组成.....	42
2.2.3 数字万用表的使用方法.....	42
2.2.4 数字万用表使用注意事项.....	50
2.3 电能表.....	50
2.3.1 电能表的结构与原理.....	51
2.3.2 电能表的接线方式.....	52
2.3.3 用电能表测量电器的功率.....	55
2.3.4 电子式电能表.....	56
2.4 钳形表.....	58
2.4.1 钳形表的结构与测量原理.....	58
2.4.2 指针式钳形表.....	59
2.4.3 数字式钳形表.....	61
2.5 兆欧表.....	62
2.5.1 摇表.....	62
2.5.2 指针式兆欧表.....	67
2.5.3 数字式兆欧表.....	69
2.6 示波器.....	71
2.6.1 示波器面板介绍.....	72
2.6.2 示波器的使用方法.....	77
第3章 低压电器	84
3.1 开关.....	85

3.1.1	照明开关	85
3.1.2	按钮开关	85
3.1.3	闸刀开关	87
3.1.4	铁壳开关	88
3.1.5	组合开关	89
3.1.6	万能转换开关	90
3.1.7	开关的检测	91
3.2	熔断器	92
3.2.1	RC 插入式熔断器	92
3.2.2	RL 螺旋式熔断器	92
3.2.3	RM 无填料封闭式熔断器	93
3.2.4	RS 有填料快速熔断器	94
3.2.5	RT 有填料封闭管式熔断器	94
3.2.6	RZ 自复式熔断器	95
3.2.7	熔断器的检测	95
3.3	断路器	96
3.3.1	结构与工作原理	96
3.3.2	断路器的种类	97
3.3.3	断路器的检测	99
3.4	漏电保护器	99
3.4.1	工作原理	100
3.4.2	漏电保护器的检测与使用	100
3.5	接触器	101
3.5.1	交流接触器	101
3.5.2	直流接触器	103
3.5.3	接触器的检测	105
3.5.4	接触器的选用	106
3.6	继电器	106
3.6.1	热继电器	106
3.6.2	电磁继电器	109
3.6.3	时间继电器	114
3.6.4	继电器的检测	116

第4章 电子元器件	118
4.1 电阻器	119
4.1.1 固定电阻器	119
4.1.2 电位器	123
4.1.3 特殊电阻器	125
4.2 电容器	127
4.2.1 电容器的参数	127
4.2.2 电容器的种类	128
4.2.3 电容器的性质	132
4.2.4 电容器的连接方式	135
4.2.5 电容器的检测	136
4.2.6 电容器的容量识别方法	137
4.3 电感器	138
4.3.1 电感器的参数	138
4.3.2 电感器的性质	139
4.3.3 电感器的种类	141
4.3.4 电感器的检测	142
4.4 二极管	142
4.4.1 二极管的构成	143
4.4.2 二极管的性质	144
4.4.3 二极管的伏安特性曲线	144
4.4.4 二极管的极性判别	145
4.4.5 二极管的检测	146
4.4.6 特殊二极管	147
4.5 三极管	150
4.5.1 三极管的构成及工作原理	151
4.5.2 三极管电流和电压的规律	152
4.5.3 三极管的电流放大原理	154
4.5.4 三极管的类型和极性的判别方法	155
4.5.5 三极管的检测	160
4.5.6 国产晶体管型号及其意义	161
4.6 场效应管	162

4.6.1	场效应管的工作原理	162
4.6.2	场效应管的检测	163
4.7	晶闸管	165
4.7.1	晶闸管的性质	165
4.7.2	晶闸管的检测	166
4.8	其他常用元器件	166
4.8.1	光耦合器	166
4.8.2	陶瓷滤波器	167
4.8.3	扬声器	168
4.8.4	话筒	168
4.8.5	集成电路	169
 第5章 变压器与电动机		171
5.1	变压器	172
5.1.1	变压器的基础知识	172
5.1.2	三相变压器	175
5.1.3	电力变压器	180
5.1.4	自耦变压器	183
5.2	三相异步电动机	184
5.2.1	工作原理	184
5.2.2	外形与结构	186
5.2.3	接线方式	189
5.2.4	电动机的铭牌	190
5.2.5	电动机的控制电路	191
 第6章 室内配电线路的安装		194
6.1	照明光源	195
6.1.1	白炽灯	195
6.1.2	荧光灯	195
6.1.3	卤钨灯	198
6.1.4	高压汞灯	199

6.2	导线的选择与连接	201
6.2.1	导线的选择	201
6.2.2	导线的连接	206
6.3	室内配电布线	213
6.3.1	配电方案的设计	213
6.3.2	布线	215
6.3.3	插座和开关的安装	223
6.3.4	配电箱的安装	226
第7章 安全用电		229
7.1	人体触电的几种方式	230
7.1.1	电流对人体的伤害	230
7.1.2	触电的几种方式	231
7.2	接地与接零	233
7.2.1	接地	234
7.2.2	接零	234
7.2.3	重复接地	235
7.3	接地装置的安装	237
7.3.1	接地体的安装	237
7.3.2	接地线的安装	238

第 1 章

电工基础知识

“万丈高楼平地起”，建造电工技术的高楼大厦，需要先掌握电工技术的根基——电工基础知识，掌握这些基础知识对学习后面更高层次的电工技术有很大帮助。

本章主要内容：

- 电路的基础知识
- 直流电和交流电
- 欧姆定律
- 电阻的串联和并联
- 电功、电功率与焦耳定律
- 电磁现象及规律



1.1 电路的基础知识

1.1.1 电路、电流和电阻

1. 电路和电路图

图 1-1 就是一个比较简单的电路。

从图 1-1 可以看出，该电路由电池、开关、导线和灯泡组成。这里电池的作用是提供电能，称为电源；开关、导线的作用是控制和传递电能，称为中间环节；灯泡是消耗电能的用电器，它能将电能转变为光能，称为负载。因此，电路一般是由电源、中间环节和负载组成的。

在图 1-1 中采用了画实物外形的方法来表示电路，这样绘制电路很困难也不方便，为此人们就用一些简单的图形符号表示实物的方法来画电路，这样画出的图形就称为电路图。图 1-2 所示的图形就是图 1-1 所示电路的电路图，从这里可以看出，用电路图表示实际的电路非常方便。

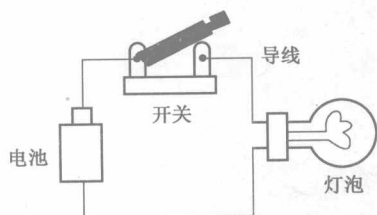


图 1-1 简单的电路示意图

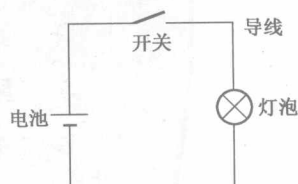


图 1-2 电路图

2. 电流

在图 1-2 所示电路中，如果将开关闭合，灯泡就会发光，为什么会这样呢？下面就以图 1-3 所示的电路来解释这个问题。

当开关闭合时，电源正极会流出大量的电荷，它们经过导线、开关流进灯泡，再从灯泡流出，回到电源的负极，这些电荷在流经灯泡内的钨丝时，钨丝会因发热、温度急剧上升而发光。

大量的电荷朝一个方向移动（也称定向移动）时就形成了电流，这就像公路上有大量的汽车朝一个方向移动就形成“车流”一样。人们通常将正电荷在电路中的移动方向规定为电流的

方向。图 1-3 所示电路的电流方向是：电源正极→开关→灯泡→电源负极。

电流通常用“ I ”表示，单位名称为安培（简称安），符号为 A，比安小的电流单位有毫安（mA）、微安（ μA ），它们之间的关系为

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

3. 电阻

在图 1-3 所示电路中，如果希望灯泡变暗，可以在电路中增加一个元件——电阻器，如图 1-4 所示。为什么在电路中增加了电阻器后，灯泡会变暗呢？原来电阻器对电流有一定的阻碍作用，从而使流过灯泡的电流减小，灯泡就会变暗。

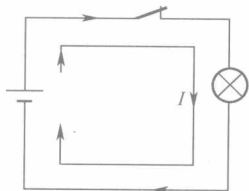


图 1-3 电路的电流方向

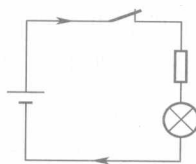


图 1-4 含电阻器的电路图

电阻器对电流的阻碍作用称为电阻，电阻通常用“ R ”表示。电阻的单位名称为欧姆（简称欧），符号为 Ω ，比欧大的电阻单位有千欧（ $\text{k}\Omega$ ）、兆欧（ $\text{M}\Omega$ ），它们之间的关系是

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

1.1.2 电位、电压和电动势

电位、电压和电动势对初学者来说较难理解，下面通过图 1-5 所示的水流示意图来说明这些术语，首先来分析图 1-5 所示的水流过程。

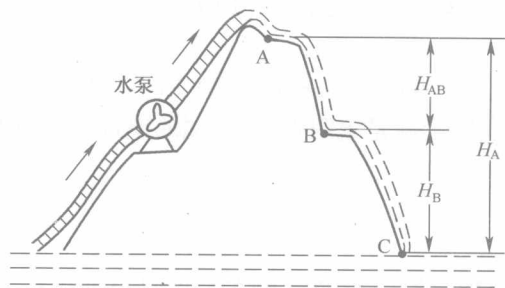


图 1-5 水流示意图

水泵将河里的水抽到山顶的 A 处，水到达 A 处后再流到 B 处，水到达 B 处后流往 C 处（河