

轻松学起步

电子电路

蔡杏山 主编
易电工作室 编著
万华清 主审

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学电子电路

蔡杏山	主编
易电工作室	编著
万华清	主审

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

零起步轻松学电子电路 / 易电工作室编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.1

(零起步轻松学系列丛书 / 蔡杏山主编)

ISBN 7-115-14178-9

I. 零... II. 易... III. 模拟电路—基本知识 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 137707 号

内 容 提 要

本书是一本电子电路 (模拟电路) 的入门图书, 书中详细全面地介绍了各种主要模拟电路的工作原理及应用, 内容包括放大电路、集成运算放大器、谐振电路、滤波电路、振荡电路、调制解调电路、变频电路和电源电路。另外, 书中每章都设有习题, 并附有习题答案, 读者可以通过这些习题, 检查自己对本章重点知识的掌握情况。

本书起点低、通俗易懂, 内容结构安排符合学习认知规律, 适合作电子技术初学者的自学教材, 也适合作大中专院校电子技术专业学生的学习辅导书。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学电子电路

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
编 著 易电工作室
主 审 万华清
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: 12.25
字数: 208 千字
印数: 1—6 000 册

2006 年 1 月第 1 版

2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14178-9/TN · 2638

定价: 19.00 元

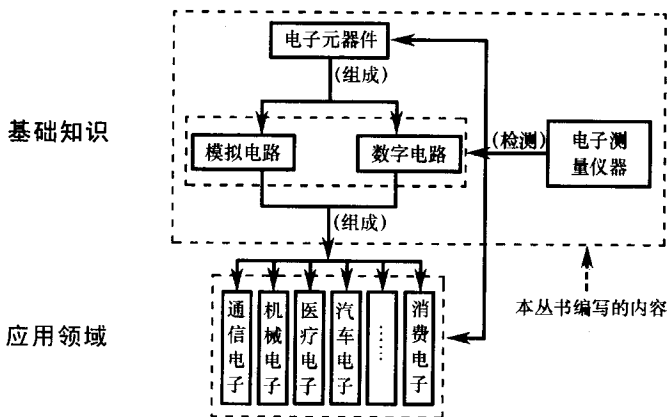
读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

丛书前言

随着电子技术广泛的应用, 社会对电子技术人才的需求日益增大, 越来越多的人加入到电子技术行业中来。电子技术是一门系统性很强、涉及面很广的技术, 初学者在学习时常常会感到无从下手, 困难重重。如何快速、轻松地迈进电子技术领域, 掌握电子技术基础知识是每一个初学者迫切需要解决的问题, 而本套丛书编写的目的就是帮助读者解决这个难题。

一、如何学好电子技术

虽然电子技术的应用非常广泛, 但各个应用领域中的电子技术基础是一样的。如果将电视机、数码相机、移动电话、汽车电路控制系统等分拆开来, 我们就会发现这些复杂的功能电路都是由各种电子元件和简单电路组合而成的。这里所说到的各种电子元件和简单电路就是电子技术基础。以下是电子技术知识体系图和本丛书的编写内容示意。



从图中可以看出: 本丛书编写的内容已基本覆盖电子技术基础知识的各个方面,

通过本丛书的学习，可以快速地掌握电子技术基础知识，为以后轻松地进入各个电子技术应用领域打下扎实的基础。

二、本丛书内容简介

根据电子技术基础知识体系，我们将本套丛书分为四册，各分册既紧密相关，又独立成册，具体内容如下。

➤ 《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，让读者初步全面接触电子技术，对其有一个整体的认识，并掌握一定的动手能力，为以后更深层的学习打下扎实的基础。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）的分析方法，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、频率计、扫频仪等的使用，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。

三、本丛书的特点

➤ 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。

➤ 采用图文并茂的表达方式。书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方法表述知识，使读者在轻松的阅读中学习知识。

➤ 标注书中知识要点并且在每章后设置习题。书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，另外在每章后设置习题，将每章重要知识点以习题的形式给出，

使读者加深对知识要点的印象。

➤ **网络视频教学支持。**读者可在阅读图书的同时登录易天视频教学网：
www.eTV100.com，更快、更轻松地学习书中的知识。

四、本丛书的读者对象

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、通俗易懂的特点可使读者，尤其是初学者快速地掌握电子技术基础知识，轻松地迈入电子技术大门。

➤ **电子技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子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理论基础。

➤ **大中专院校、职业技术学院相关专业的学生。**这包括以电子技术为主专业的学生，也包括不以电子技术为主专业，但需要学习电子技术基础知识的学生。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课本教材的内容。

本套丛书在编写过程中得到了广东中山市高级技工学校郭敏雄校长的大力支持，在电路图绘制和资料收集方面得到了叶林、朱球辉两位老师的帮助，在此一并表示感谢。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

易电工作室

前 言

本书的任务是让电子技术水平不高的读者能系统全面地学好模拟电路知识，为以后学习更深层次的电子技术打下扎实的基础。

一、本书章节内容

本书共分八章：

第1章 电路分析基础知识 学会电路分析是学好电子技术最关键的一步。本章主要介绍了在学习电路分析之前应掌握的有关电路基础知识以及电路分析的基本方法和规律。

第2章 放大电路 放大电路是最基本、最常用的一种模拟电路，它是组成复杂电子电路设备的基本单元。本章主要分析了各种类型放大电路的工作原理。

第3章 集成运算放大器 集成运算放大器是一种最常见的集成型放大电路，它除了具有放大功能外，还可以构成加法器、减法器、比较器和方波信号发生器等各种应用电路。本章主要分析了差动放大器和集成运算放大器的各种应用电路。

第4章 谐振电路与滤波电路 谐振电路与滤波电路是具有选频功能的电路，它们可以从众多频率的信号中选出需要的信号。本章主要分析了串、并联谐振电路和低通、高通、带通、带阻滤波器的工作原理。

第5章 振荡电路 大多数电子设备处理的信号是交流信号，而这些交流信号很多是由振荡电路产生的。本章主要分析了基本振荡电路、LC 振荡电路、晶体振荡电路和 RC 振荡电路的工作原理。

第6章 调制与解调电路 调制与解调电路通常用在无线电发送和接收设备中。本章主要介绍了调幅与调频两种调制电路，以及与它们相对应的解调电路——检波和鉴频电路。

第7章 变频电路 变频电路是一种能改变信号频率的电路，它能提高或降低某信号的频率，以满足电子设备不同的频率要求。本章主要介绍了倍频和混频两种频率变换电路。

第8章 电源电路 大多数电子设备中都设有电源电路，它可将 220V 交流电压转换成直流电压，供给其他单元电路。本章详细介绍了电源电路各种组成部分以及广泛采用的开关电源电路的工作原理。

二、本书学习建议

在学习本书内容时，建议读者：

(1) 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中粗体标注的内容要重点理解并记忆；认真完成每章的习题，检验本章的学习效果。

(2) 电子技术是一门实践性很强的技术，除了要学好理论知识外，还要提高动手能力，所以建议读者购买万用表、电烙铁和收音机套件，一边进行理论知识学习一边动手实践。

(3) 如果阅读时遇到难以理解的问题，可以登录易天多媒体教学网：www.eTV100.com，通过观看本书的网络配套多媒体教学演示进行学习。

编 者



第 1 章 电路分析基础知识	1
1.1 电路基础知识	2
一、电路、电流和电阻	2
二、电位、电压和电动势	3
三、直流电和交流电	6
四、电路的三种状态	9
五、接地和屏蔽	10
1.2 电路分析方法与规律	11
一、欧姆定律	11
二、电功和电功率	13
三、电阻器的串联和并联	14
四、基尔霍夫定律	17
五、叠加定理	21
六、戴维南定理	23
七、最大功率传输定理与阻抗变换	25
习题 1	27
第 2 章 放大电路	29
2.1 基本放大电路	30

一、简单的放大电路·····	30
二、交流放大电路·····	31
三、三种基本放大电路·····	33
2.2 反馈放大电路·····	36
一、反馈的概念·····	36
二、反馈类型的判别·····	38
三、负反馈放大电路·····	42
四、负反馈对放大电路的影响·····	44
2.3 功率放大电路·····	45
一、功率放大电路的三种状态·····	45
二、变压器耦合功率放大电路·····	47
三、OTL 功率放大电路·····	49
四、OCL 功率放大电路·····	52
2.4 多级耦合放大电路·····	52
一、阻容耦合放大电路·····	53
二、直接耦合放大电路·····	53
三、变压器耦合放大电路·····	54
2.5 场效应管及其放大电路·····	55
一、结型场效应管及其放大电路·····	55
二、增强型绝缘栅场效应管及其放大电路·····	57
三、耗尽型绝缘栅场效应管及其放大电路·····	59
习题 2·····	61

第 3 章 集成运算放大器	63
3.1 直流放大器	64
一、直流放大器	64
二、直流放大器存在的问题与解决方法	64
3.2 差动放大器	66
一、基本差动放大电路	66
二、实用的差动放大电路	69
三、差动放大器的几种连接方式	72
3.3 集成运算放大器	74
一、集成运算放大器的基础知识	75
二、集成运算放大器线性应用电路	76
三、集成运算放大器的非线性应用电路	81
四、集成运算放大器的保护	84
习题 3	86
第 4 章 谐振电路与滤波电路	89
4.1 谐振电路	90
一、串联谐振电路	90
二、并联谐振电路	91
4.2 滤波电路	93
一、RLC 滤波电路	93
二、有源滤波电路	98

习题 4	101
------	-----

第 5 章 振荡电路 103

5.1 振荡电路基础知识	104
一、基本振荡电路	104
二、振荡电路组成及工作条件	106
5.2 LC 振荡电路	108
一、变压器反馈式振荡电路	108
二、电感三点式振荡电路	109
三、电容三点式振荡电路	111
四、改进型电容三点式振荡电路	113
5.3 晶体振荡电路	115
一、石英晶体的特性	115
二、晶体振荡电路	116
5.4 RC 振荡电路	118
一、RC 移相式振荡电路	118
二、RC 桥式振荡电路	121
习题 5	123

第 6 章 调制与解调电路 125

6.1 无线电的传送与接收	126
一、无线电信号的发送	126
二、无线电信号的接收	128

6.2	调幅调制电路与检波电路	130
一、	调幅调制电路	130
二、	检波电路	131
6.3	调频调制电路与鉴频电路	132
一、	调频调制电路	132
二、	鉴频电路	135
习题 6		144
 第 7 章 变频电路		145
7.1	倍频电路	146
一、	倍频原理	146
二、	倍频电路	147
7.2	混频电路	148
一、	混频原理	148
二、	混频电路	149
习题 7		150
 第 8 章 电源电路		151
8.1	整流电路	152
一、	半波整流电路	152
二、	全波整流电路	153
三、	桥式整流电路	155
四、	倍压整流电路	156

五、晶闸管可控整流电路	156
8.2 滤波电路	160
一、电容滤波电路	160
二、电感滤波电路	161
三、复合滤波电路	161
8.3 稳压电路	162
一、简单的稳压电路	162
二、串联型稳压电路	163
三、三端集成稳压电路	164
8.4 开关电源	166
一、开关电源基本工作原理	167
二、三种类型的开关电源工作原理分析	168
三、开关电源电路分析	170
习题 8	175
习题答案	176

第 1 章

电路分析基础知识

学会电路分析是学好电子技术最关键的一步。在学习电路分析之前,首先要掌握有关的电路基础知识以及电路分析的基本方法和规律,然后运用这些方法和规律来分析电路。

本章主要内容:

- ★ 电路基础知识
- ★ 电路分析方法与规律



1.1 电路基础知识

一、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。

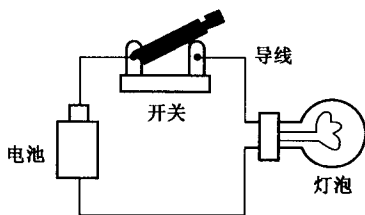


图 1-1 简单的电路示意图

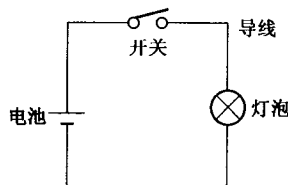


图 1-2 电路图

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器件——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。

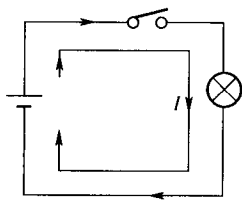


图 1-3 电路的电流途径

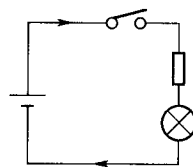


图 1-4 含电阻器的电路图

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

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

二、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