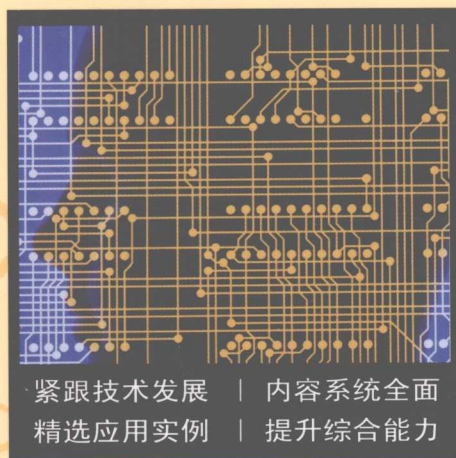


“十一五”高等院校电子信息工程规划教材

# 模拟电路 与数字电路

张洪润 廖勇明 王德超 编著



紧跟技术发展 | 内容系统全面  
精选应用实例 | 提升综合能力



清华大学出版社

“十一五”高等院校电子信息工程规划教材

# 模拟电路与数字电路

张洪润 廖勇明 王德超 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是根据电子技术基础课程教学大纲的要求,由《电子线路与电子技术》一书修订而成的,并可与《电子器件原理及应用——元器件外形特征、模拟与数字电路实验》一书配合使用。本书从实用角度出发,作者结合电子技术发展的最新趋势,总结多年教学改革的经验,在内容安排上,精简了对分立元件的分析和过多的理论叙述,增加了集成电路应用方面的知识和实例,特别是对第1版第2章(基本放大电路)的内容进行了较大修改。

本书共12章,内容包括半导体二极管、三极管、基本放大电路、模拟集成电路、正弦波振荡电路、直流稳压电路、晶闸管(可控硅)电路、脉冲数字电路基础、逻辑门及组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲信号的产生及整形电路、半导体存储器及信号转换处理电路等。各章最后均有小结和习题,附录中附有习题参考答案和常用电路实例,以方便读者学习和自测。

本书深入浅出,通俗易懂,既可作为高等院校电子类和电工类专业的教材,也可作为非电专业的教材,还可作为家用电器及工业电子设备等行业生产和维修人员的培训及自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,翻印必究。侵权举报电话:010-62782989 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

模拟电路与数字电路/张洪润,廖勇明,王德超编著. —2版.—北京:清华大学出版社,2008  
ISBN 978-7-302-18842-1

I. 模… II. ①张… ②廖… ③王… III. ①模拟电路②数字电路 IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第171945号

责任编辑:郑奎国

封面设计:林陶

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

地址:北京清华大学学研大厦A座

邮编:100084

邮购:010-62786544

印装者:北京市艺辉印刷有限公司

经 销:新华书店总店北京科技发行所

开 本:185×260

印 张:21

字 数:511千字

版 次:2009年1月第2版

印 次:2009年1月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:33.00元

---

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:030438-01

## 再版丛书序

随着现代科学技术的不断发展,世界正面临一场新的大规模工业革命(又称信息革命)。特别是我国加入 WTO(世界贸易组织)后,各行各业都经历着深刻变革,人们对于信息资源的需求也日益增长。对于信息技术来说,其关键在于信息采集和信息处理两个环节,因此,在现代的信息技术中,被人们誉为“电子技术的五官”的传感器技术和被称为“电子技术的脑”的计算机技术就显得尤为重要。简单地说,电子技术、传感技术、计算机技术(包括单片计算机技术)已经成为 21 世纪最基础、最常用也最实用的技术。

除了对理论知识的学习外,实践能力也成为一项考核信息技术从业人员的重要指标,能够实际动手解决科研难题才是最终目的,所以,作为信息技术培训基地的高等院校进行教改势在必行。但是,目前能满足实践操作方面的教材相当缺乏,并且已有教材涉及的内容大多比较陈旧。为此,我们组织了大量有教学、科研经验的专家、教授,参照国家教育部“高等院校基础课程教学大纲”的要求,从“能够解决实际问题”的角度出发,精心编写了这套“十一五”高等院校电子信息工程规划教材。再版推出的教材有如下 5 本:

《模拟电路与数字电路》

《电子器件原理及应用——元器件外形特征、模拟与数字电路实验》

《单片机原理及应用》

《单片机应用技术教程》

《传感技术与应用教程》

其中:

《模拟电路与数字电路》由《电子线路与电子技术》一书修订而成,主要内容包括:半导体二极管、三极管、基本放大电路,模拟集成电路,晶闸管(可控硅)电路,脉冲数字电路及逻辑时序电路,半导体存储器及信号转换处理电路等电子线路与电子技术中的基本内容。该书讲解由浅入深,并且配合了大量实例,另外每章附有小结、习题,并在书末附有习题参考答案,非常适合在校大学生和技术人员使用。

《电子器件原理及应用——元器件外形特征、模拟与数字电路实验》可作为《模拟电路与数字电路》的配套教材使用,是由《电子线路及应用》修订而成的,本书着重介绍了电子线路中的各种元器件及电子技术综合实践知识,更加突出了电子技术实践性强的特点。该教程分上、下两篇,上篇介绍了电阻、电容、电感、晶体管、电声器件、数码管、转换器以及继电器等各种常用电子元器件的外形特征、选用方法、使用注意事项;下篇主要介绍模拟电路与数字电路实验,其中包括 19 个基本技能培训实验

和 6 个综合技能培训实验。

《单片机原理及应用》是在第 1 版基础上修订而成的，主要介绍了单片机结构原理、单片机指令系统及程序设计、单片机中断、单片机串行接口、定时器/计数器、A/D 和 D/A 转换接口、单片机系统的工程设计实例、计算机系统的扩展技术及单片机 C 语言程序设计等内容，非常注重实用性。

《单片机应用技术教程》是在第 2 版基础上修订而成的，它的主要内容包括：单片机组成原理，应用系统的研制过程，指令系统与汇编语言和 C 语言的程序设计技巧，系统扩展 D/A、A/D 转换接口技术，单片机硬、软件加密技术，数据采集浮点放大技术，系统可靠性技术。全书通过 14 种工控实例，进一步阐述了单片机的应用技术以及 PC 机与单片机的通信实验和综合的步进电机控制实验等内容。

《传感技术与应用教程》是在第 1 版基础上修订而成的，它主要介绍了传感技术的作用、原理、结构特征及使用方法，其内容包括光电式传感器、数字式传感器、热电式传感器、电阻电感电容式传感器、霍尔传感器、生物传感器、超导传感器以及智能传感器等。

正是由于采用了新的教育理念，本套再版教材严格遵循以下编写原则：

- ◆ 内容新颖，结构严谨，系统全面，语言精练。
- ◆ 图文并茂，讲述深入浅出、通俗易懂，注重理论与实践的紧密结合。
- ◆ 详尽介绍其他书籍中未有涉及的技术细节、技术关键，实用性强。

所以，本套教材具有非常广泛的应用范围。它不仅适合作为高等院校电子技术专业、电子信息专业、仪器仪表专业、应用物理专业、机械制造专业、测控计量专业、工业自动化专业、自动控制专业、生物医学专业、微电子专业、机电一体化专业及计算机应用等专业的教学参考书，同时也是科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员自学参考的重要书籍。

本套再版教材在修订过程中，得到了四川大学、中国科技大学、南京大学、清华大学、重庆大学、北京大学、四川师范大学、复旦大学、浙江大学、南开大学、西南交通大学、电子科技大学、成都理工大学、北京科技大学、贵州教育学院等高校众多老师的支持，他们客观地提出了许多宝贵意见；同时，北京科海电子出版社的成洁老师也给予了大力支持和帮助；特别要感谢的是高洁院士，他在百忙之中审定了本套教材并做出特别推荐，他认为“这套教材内容实用、叙述清晰、深入浅出、体系完整，特别注重对学生动手能力的培养”。在此谨向参与本书编写的所有人员表示衷心感谢。

新世纪，新教材，新尝试。由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评、指正。

编委会

2008 年 12 月

# 再版前言

21 世纪, 人类迈进了信息社会的崭新时代, 信息社会的基础是电子技术, 电子技术是一门实践性很强的技术学科。我们依照“电子技术基础课程教学大纲”的要求, 结合当前国内外电子技术最新发展的趋势和教学、实践的需要, 修改(修订)了这套电子技术系列教材。

这套教材主要包括《模拟电路与数字电路》(原名为《电子线路与电子技术》)、《电子器件原理及应用——元器件外形特征、模拟与数字电路实验》(原名为《电子线路及应用》)等。它们在内容上既相互关联, 又各有侧重。前者主要阐述与电子线路相关的基础知识, 后者着重介绍电子线路的各种元器件及电子技术综合实践知识。

在《模拟电路与数字电路》一书的修改(修订)过程中, 我们保留了原教材的系统和风格, 并保留了其结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂、便于自学等优点。内容编排上由浅入深, 从介绍电子线路最基本的半导体知识开始, 依次讲解半导体二极管、半导体三极管、基本放大电路、模拟集成电路、可控硅电路、脉冲数字电路及逻辑时序电路、半导体存储器及信号转换处理电路等。在理论讲解过程中, 编者力求使所讲内容科学、易懂、实用。每章末都安排有小结和习题, 小结是本章知识的提要, 习题便于读者对学习效果进行检测。有些内容则是编者特意让读者通过习题来掌握的, 以利于深化理解。另外, 附录中还提供了各章习题的参考答案和常用电路实例, 供读者参考。“模拟电路与数字电路”课程是高等院校相关专业、非电专业的必修课, 对于该教材建议讲授 80~100 学时。

《电子器件原理及应用——元器件外形特征、模拟与数字电路实验》一书突出体现了电子技术实践性强的特点, 建议安排 80~100 学时。本书在第 2 版修改(修订)过程中, 除对部分文字内容进行了修改、更名外, 仍保留了原教材的系统、风格和结构, 分为上、下两篇。上篇介绍了电阻、电容、电感、晶体管、电声器、数码管、转换器以及继电器等各种常用电子元器件的外形特征、选用方法和使用注意事项, 讲解过程中以不同方式安排了大量的图表, 增强了读者对各种元器件的直观感性认识, 并注意加强对读者阅读电子电

路图和查阅电子器件手册能力的培养；考虑到实践的需要，还简要地介绍了国外同类电子元器件的典型产品。下篇主要介绍电子线路与电子技术实验，其中包括 19 个基本技能培训实验和 6 个综合技能培训实验。通过实验课，读者不仅可以验证理论，加深理解，更重要的是可以学会电子测试技术，使理论紧密联系实际。

本套教材由张洪润、廖勇明、王德超担任主编，负责全书的统稿和审校。参加编写的人员还有邓洪敏、张亚凡、蓝清华、董宝文、郭畅、孙悦、刘俊超、易佑华等。

本书在编写和改版过程中，得到了清华大学、北京大学、四川大学、南京大学、重庆大学、北京科技大学、复旦大学、四川师范大学、南开大学、西南交通大学、浙江大学、成都理工大学、电子科技大学等高校众多老师的支持和帮助，他们客观地提出了许多宝贵意见，北京科海电子出版社的成洁老师也给予了大力的支持和帮助，在此，一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评、指正。

编者

2008 年 12 月

# 本书常用符号表

## 模拟电路常用符号

$A$	放大倍数
$a$	整流元件的阳极（正极）
$A_F$	反馈放大器的放大倍数
$A_U$	电压放大倍数
$A_I$	电流放大倍数
$A_{UC}$	共模电压放大倍数
$A_{UD}$	差模电压放大倍数
$A_{UO}$	开环电压放大倍数
$A_{UF}$	闭环电压放大倍数
$B$	势垒
$b$	半导体三极管的基极
$BW$	频谱宽度，带宽
$C$	电容
$C_b$	隔直电容（耦合电容）
$C_e$	发射极旁路电容
$C_{bc}$	基极-集电极电容
$C_{be}$	基极-发射极电容
$C_B$	势垒电容
$C_D$	扩散电容
$C_j$	结电容
$C_F$	反馈电容
$C_i$	输入电容
$C_o$	输出电容
$C_L$	负载电容
$c$	半导体三极管的集电极
$D$	扩散系数
$D$	二极管
$d$	场效应管的漏极
$E$	能量
$e$	电子的电荷量



$e$	半导体三极管的发射极, 自然对数的底
$E$	电场强度
$F$	反馈系数, 调制频率
$F_U$	电压反馈系数
$f$	频率
$f_d$	频偏
$f_L$	放大器的下限频率
$f_H$	放大器的上限频率
$f_m$	最高工作频率
$f_T$	特征频率
$f_a$	半导体三极管共基极截止频率
$G$	电导
$g$	微变电导
$g_m$	双口有源器件的互导(跨导)
$g$	场效应管的栅极
$H$	双口网络的混合参数
$h_{ie}, h_{re}, h_{fe}, h_{oe}$	三极管共射接法的 $h$ 参数
$I, i$	电流 <sup>①</sup>
$I_S$	信号源电流, 反向饱和电流
$I_i$	输入电流
$I_o$	输出电流
$I_{CC}$	空载正电源电流
$I_{DD}$	空载漏电源电流
$I_{EE}$	空载负电源电流
$I_L$	负载电流
$I_{IB}$	输入偏置电流
$I_{IO}$	输入失调电流
$I_{OM}$	最大输出电流
$I_{OO}$	输出失调电流
$I_{OS}$	输出短路电流
$I_{REF}$	参考电流(基准电流)

①  $I, i$  两符号附上大小写下标, 可以表示各种不同的电流值, 以半导体三极管的集电极电流为例, 表示如下:

$I_c$	集电极静态电流
$i_c$	集电极电流交流分量
$\dot{i}_c$	集电极总电流
$I_c$	集电极电流交流分量有效值
$I_{cm}$	集电极电流交流分量最大值
$\Delta I_c$	集电极电流变化量

$J$	电流密度
$K$	热力学温度的单位 (开尔文)
$k$	玻耳兹曼常数
$k$	整流元件的阴极 (负极)
$K_{\text{CMR}}$	共模抑制比
$L$	自感系数, 电感
$L$	负载
$l$	长度
$M$	互感系数
$m$	调制系数
$N$	电子型半导体
$N$	绕组匝数比
$n$	电子浓度
$N_{\text{F}}$	噪声系数
$P$	功率
$P$	空穴型半导体
$p$	空穴浓度
$Q, q$	电荷, 品质因数
$Q$	静态工作点
$R$	电阻 (直流电阻或静态电阻)
$R_{\text{b}}, R_{\text{c}}, R_{\text{e}}$	半导体三极管的基极、集电极、发射极电阻
$R_{\text{g}}, R_{\text{d}}$	场效应管的栅极、漏极电阻
$R_{\text{S}}$	信号源内阻
$R_{\text{L}}$	负载电阻
$R_{\text{P}}$	电位器 (可变电阻)
$r$	微变电阻 (交流电阻或动态电阻)
$r_{\text{be}}$	半导体三极管的输入电阻
$r_{\text{ce}}$	半导体三极管的输出电阻
$R$	直流输入电阻
$R_{\text{i}}$	放大器交流输入电阻
$R_{\text{o}}$	放大器交流输出电阻
$R_{\text{F}}$	反馈电阻
$S$	面积
$S$	开关
$s$	复频率变量
$s$	场效应管的源极
$S/N$	信噪比
$S_{\text{R}}$	转换速率
$T$	温度 (热力学温度以 K 为单位, 摄氏温度用 $^{\circ}\text{C}$ 表示)



$T$	双口有源器件 <sup>②</sup>
$T_r$	变压器
$t$	时间
$U, v$	电压 <sup>③</sup>
$U_s$	信号源电压
$U_i$	输入电压
$U_{th}$	二极管、三极管的门槛电压
$U_T$	场效应管的开启电压
$U_P$	夹断电压
$U_T$	温度的电压当量
$U_{CC}, U_+$	正电源电压
$U_{DD}$	正电源电压
$U_{EE}, U_-$	负电源电压
$U_{OO}$	输出失调电压
$U_{REF}$	参考电压(基准电压)
$U_{(BR)CBO}$	发射极开路, 集电极-基极反向击穿电压
$U_{(BR)EBO}$	集电极开路, 发射极-基极反向击穿电压
$U_{(BR)CEO}$	基极开路, 集电极-发射极反向击穿电压
$U_{(BR)DS}, U_{(BR)GD}, U_{(BR)GS}$	漏源击穿电压、栅漏击穿电压和栅源击穿电压
$X, x$	电抗, 反馈电路中的信号量
$Y, y$	导纳
$Z, z$	阻抗
$\alpha$	半导体三极管共基极接法的电流放大系数
$\beta$	半导体三极管共射极接法的电流放大系数
$\gamma$	稳压系数
$\eta$	效率
$\theta$	整流元件的导电角
$\mu_P$	半导体三极管的内部电压反馈系数
$\rho$	电阻率
$\sigma$	电导率
$\varphi$	相角
$\phi$	时钟脉冲
$\tau$	时间常数
$\Omega, \omega$	角频率

② 双口有源器件指半导体三极管、场效应管等。

③  $U, v$  的各种不同表示方法与  $I, i$  处的脚注①类同。

## 数字电路常用符号补充

$A_0, A_1, A_2, \dots$	第 0、1、2、 $\dots$ 位译码器地址输入
$A > B, A = B, A < B$	数字比较器 $A > B, A = B, A < B$ 输出
BCD	二-十进制码
$C (CP)$	进位数, 触发器时钟脉冲输入端
$C_{ext}$	外接电容端
cr	清零
$D$	D 触发器输入
$D_S$	移位寄存器串行输入
$D_{SR}$	右移串行输入
$D_{SL}$	左移串行输入
$E$	使能控制端
$E_1; E_0$	使能输入; 使能输出
$FF$	触发器
G	逻辑门
$G$	进位产生变量
$f_{max}$	最高工作频率
$I_{BS}$	临界饱和基极电流
$I_{CS}$	集电极饱和电流
$I_{IL}$	低电平输入电流
$I_{IS}$	输入短路电流
$I_{IH}$	高电平输入电流
$J, K$	JK 触发器输入端
$L$	逻辑函数
LD	预置控制
LT	灯测试输入
$m$	最小项
$N$	计数器计数输入端
$N_o$	扇出系数
$P$	进位传输变量
$P_D$	功耗
$P_{OFF}$	空载截止功耗
$P_{ON}$	空载导通功耗
$Q$	触发器输出
$R$	RS 触发器的输入
$R_d$	触发器的直接置 0 端
$R_{ds}$	场效应管漏极-源极间的直流电阻
$S$	RS 触发器的输入, 和数

$S_d$	触发器直接置 1 端
$T$	周期
$t$	时间
$t_d$	延迟时间
$t_f$	下降时间
$t_r$	上升时间
$t_s$	存储时间
$t_{on}$	开通时间
$t_{off}$	关闭时间
$t_{pd}$	平均传输延迟时间
$t_p$	脉冲宽度
$t_{pi}$	输入脉冲宽度
$t_{po}$	输出脉冲宽度
$t_{re}$	恢复时间
$t_{set}$	建立时间
$t_H$	维持时间
$U_{CES}$	三极管的饱和压降
$U_{CEO}$	三极管的截止压降
$U_H$	滞后电压
$U_{NH}$	高电平噪声容限电压
$U_{NL}$	低电平噪声容限电压
$V$	电位、电平
$V_{OH}$	输出高电平
$V_{OL}$	输出低电平
$V_{SH}$	标准高电平
$V_{SL}$	标准低电平
$V_{ON}$	开门电平
$V_{OFF}$	关门电平
$V_{th}$	阈值电压, 门槛电平
$V_{CC}, V_{DD}$	电源
$\times$	任意态
$\uparrow$	从低电平到高电平的跳变
$\downarrow$	从高电平到低电平的跳变
	高电平脉冲
	低电平脉冲

# 目 录

第 1 章 分立半导体器件 .....	(1)
1.1 半导体的基本知识 .....	(1)
1.1.1 什么是半导体 .....	(1)
1.1.2 P 型半导体和 N 型半导体 .....	(2)
1.1.3 PN 结的形成 .....	(3)
1.1.4 PN 结的单向导电原理 .....	(3)
1.2 普通二极管 .....	(5)
1.2.1 二极管的结构类型 .....	(5)
1.2.2 二极管的伏安特性 .....	(6)
1.2.3 二极管的开关特性 .....	(7)
1.2.4 二极管的主要参数和测试 .....	(7)
1.3 特殊二极管 .....	(10)
1.3.1 稳压管 .....	(10)
1.3.2 变容二极管 .....	(12)
1.3.3 光电二极管 .....	(12)
1.3.4 发光二极管 .....	(14)
1.3.5 光电池 (二极管) .....	(15)
1.4 晶体管 .....	(15)
1.4.1 晶体管的结构类型及电路符号 .....	(15)
1.4.2 晶体管的电流分配和放大原理 .....	(16)
1.4.3 晶体管的特性曲线 .....	(19)
1.4.4 晶体管的开关特性 .....	(20)
1.4.5 晶体管的主要参数 .....	(22)
1.5 场效应管 .....	(24)
1.5.1 结型场效应管 .....	(25)
1.5.2 绝缘栅场效应管 .....	(27)
1.5.3 场效应管的特点、参数及使用注意事项 .....	(30)
1.5.4 场效应管的选择方法 .....	(31)
1.6 晶闸管 (可控硅) .....	(34)
1.6.1 晶闸管的结构及工作原理 .....	(35)
1.6.2 晶闸管的伏安特性和主要参数 .....	(37)
1.6.3 双向晶闸管 .....	(40)
1.6.4 晶闸管的特点 .....	(42)
1.7 小结 .....	(42)
1.8 习题 .....	(43)

<b>第2章 基本放大电路</b> .....	<b>(46)</b>
2.1 共发射极放大电路的组成 .....	(46)
2.2 共发射极放大电路的分析 .....	(47)
2.2.1 静态分析 .....	(47)
2.2.2 动态分析 .....	(48)
2.3 静态工作点的稳定 .....	(53)
2.4 射极输出器 .....	(55)
2.4.1 静态分析 .....	(56)
2.4.2 动态分析 .....	(56)
2.5 放大电路中的负反馈 .....	(58)
2.5.1 什么是放大电路中的负反馈 .....	(58)
2.5.2 负反馈的类型 .....	(59)
2.5.3 负反馈对放大电路工作性能的影响 .....	(61)
2.6 差分放大电路 .....	(64)
2.6.1 静态分析 .....	(64)
2.6.2 动态分析 .....	(65)
2.7 互补对称功率放大电路 .....	(67)
2.7.1 对功率放大电路的基本要求 .....	(67)
2.7.2 互补对称放大电路 .....	(68)
* 2.8 场效应管及其放大电路 .....	(69)
2.8.1 绝缘栅场效应管 .....	(69)
2.8.2 场效应管放大电路 .....	(71)
2.9 小结 .....	(73)
2.10 习题 .....	(74)
<b>第3章 模拟集成电路</b> .....	<b>(76)</b>
3.1 集成电路概述 .....	(76)
3.1.1 什么是集成电路 .....	(76)
3.1.2 集成电路的分类 .....	(76)
3.1.3 集成电路的特点 .....	(77)
3.2 集成运算放大器 .....	(77)
3.2.1 功能及电路主要组成 .....	(77)
3.2.2 主要参数 .....	(79)
3.2.3 类型 .....	(80)
3.2.4 选用时要考虑的问题 .....	(80)
3.2.5 电路分析依据 .....	(81)
3.2.6 在信号运算方面的应用 .....	(82)
3.2.7 在信号处理方面的应用 .....	(90)
3.2.8 在波形产生方面的应用 .....	(92)

3.2.9 在信号测量方面的应用 .....	(95)
3.3 集成电压比较器 .....	(96)
3.3.1 功能及电路组成 .....	(96)
3.3.2 主要参数 .....	(97)
3.3.3 选用时要考虑的问题 .....	(98)
3.4 集成模拟乘法器 .....	(98)
3.4.1 功能及电路组成 .....	(98)
3.4.2 主要参数 .....	(99)
3.4.3 选用时要注意的问题 .....	(101)
3.5 集成锁相环 .....	(101)
3.5.1 功能及电路组成 .....	(101)
3.5.2 主要参数 .....	(102)
3.6 集成采样保持电路 .....	(102)
3.6.1 功能及电路组成 .....	(102)
3.6.2 主要参数 .....	(104)
3.6.3 选用时要注意的问题 .....	(105)
3.7 集成函数发生器 .....	(105)
3.7.1 功能及电路组成 .....	(105)
3.7.2 主要参数 (以 8038 为例) .....	(106)
3.8 小结 .....	(107)
3.9 习题 .....	(107)
<b>第 4 章 正弦波振荡电路 .....</b>	<b>(113)</b>
4.1 振荡原理 .....	(113)
4.1.1 振荡电路的组成 .....	(113)
4.1.2 自激振荡的条件 .....	(114)
4.1.3 振荡的建立 .....	(115)
4.2 LC 振荡器 .....	(115)
4.2.1 变压器反馈式 LC 振荡器 .....	(115)
4.2.2 三点式振荡器 .....	(116)
4.3 RC 振荡器 .....	(117)
4.3.1 电路组成 .....	(117)
4.3.2 RC 串并联网络的选频作用 .....	(118)
4.3.3 RC 振荡器的实际电路 .....	(118)
4.4 运放石英晶体振荡器 .....	(120)
4.4.1 正弦波振荡器的频率稳定问题 .....	(120)
4.4.2 石英晶体的基本特性与等效电路 .....	(120)
4.4.3 运放石英晶体振荡器 .....	(122)
4.4.4 应用举例 .....	(122)



4.5	小结 .....	(124)
4.6	习题 .....	(124)
<b>第5章</b>	<b>直流稳压电源 .....</b>	<b>(127)</b>
5.1	整流电路 .....	(127)
5.1.1	单相半波整流电路 .....	(127)
5.1.2	单相桥式整流电路 .....	(129)
5.1.3	三相桥式整流电路 .....	(131)
5.2	滤波器 .....	(133)
5.2.1	电容滤波器 .....	(134)
5.2.2	电感电容滤波器 .....	(136)
5.2.3	$\pi$ 形滤波器 .....	(136)
5.3	稳压管稳压电路 .....	(137)
5.4	串联型晶体管稳压电路 .....	(138)
5.5	集成直流稳压电源 .....	(140)
5.5.1	集成直流稳压电源的功能及电路组成 .....	(140)
5.5.2	集成直流稳压电源的主要参数 .....	(142)
5.5.3	其他类型的集成稳压电源 .....	(143)
5.5.4	集成直流稳压电源连接方法举例 .....	(145)
5.6	小结 .....	(146)
5.7	习题 .....	(146)
<b>*第6章</b>	<b>晶闸管(可控硅)电路 .....</b>	<b>(150)</b>
6.1	晶闸管整流主电路 .....	(150)
6.1.1	单相半波可控整流电路 .....	(150)
6.1.2	单相桥式可控整流电路 .....	(155)
6.1.3	三相桥式可控整流电路 .....	(159)
6.2	晶闸管的触发电路 .....	(161)
6.2.1	晶闸管对触发电路的要求 .....	(161)
6.2.2	单结晶体管触发电路 .....	(162)
6.2.3	集成定时器(555)触发电路 .....	(166)
6.3	晶闸管的保护电路 .....	(170)
6.3.1	晶闸管的过电流保护电路 .....	(170)
6.3.2	晶闸管的过电压保护电路 .....	(171)
6.4	晶闸管应用电路举例 .....	(171)
6.4.1	晶闸管调光电路 .....	(171)
6.4.2	晶闸管温度控制器 .....	(172)
6.4.3	晶闸管冰箱保护器 .....	(173)
6.5	小结 .....	(174)
6.6	习题 .....	(175)