

新世纪电子信息工程系列教材

电子线路与电子技术

张洪润 主编



- 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

► 新世纪电子信息工程系列教材

电子线路与电子技术

张洪润 主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据电子技术基础课程教学大纲的要求而编写。全书从实用角度出发,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,是一本有特色的教材。

全书共 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。

本书深入浅出,通俗易懂,除可作为电子类和电工类专业的教材外,也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。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路与电子技术/张洪润主编.—北京:清华大学出版社,2005

(新世纪电子信息工程系列教材)

ISBN 7-302-10600-2

I. 电… II. 张… III. 电子技术—高等学校:技术学校—教材

IV. TN7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 016654 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:科海

文稿编辑:成昊

封面设计:林陶

版式设计:科海

印 刷 者:北京科普瑞印刷有限责任公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:572 千字

版 次:2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10600-2/TP·7190

印 数:1~4000

定 价:32.00 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) 82896445

丛书序

随着现代科学技术的不断发展,世界正面临一场大规模的新的工业革命(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的变革,人们对于信息资源的需要也日益增长。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,在现代的信息技术教程中,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了。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世纪最常用、最基础、最实用的技术。

除了对于理论知识的学习外,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,于是,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,已有教材涉及到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“新世纪电子信息工程系列教材”,首批推出以下6本:

《电子线路与电子技术》

《电子线路及应用》

《单片机原理及应用》

《传感技术与应用教程》

《传感技术与实验》

《十六位单片微处理器(凌阳SPCE061A)原理及应用》

《电子线路与电子技术》一书包含模拟电路与数字电路两部分。该书主要讲解电子线路与电子技术中的基本内容,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。讲解由浅入深,并且配合了大量的实例,另外每章附有小结、习题,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。

《电子线路及应用》作为《电子线路与电子技术》的配套教材,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。它分上、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、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的25个实验,其中包括19个基本技能培训实验,6个综合技能培训实验。

《单片机原理及应用》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。

《传感技术与应用教程》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、智能传感器等。

《传感技术与实验》作为《传感技术与应用教程》的配套教材，分为上、下两篇。上篇主要介绍传感器的精确度评定、标定方法、信号分类和各种传感器的外形特征等。下篇本着重视实践操作的思路，着重介绍了传感器实验仪器的使用方法及51个传感器实验，是每一位立志在传感器研究领域发展的人士不可或缺的宝贵资料。

《十六位单片微处理器（凌阳SPCE061A）原理及应用》一书结合台湾凌阳公司2001年推出的新一代单片机SPCE061A，全面系统地介绍了16位微处理器的原理和应用。主要内容包括：SPCE061A 16位嵌入式微控制器的工作原理、内部结构、指令系统、开发工具，列举了大量应用实例，并且介绍了嵌入式操作系统。

正是由于采用了新的教育理念，本套教材严格遵循以下特点：

- 内容新颖、结构严谨、系统全面、语言精炼。
- 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。
- 详尽介绍了其他书籍中涉及不到的技术细节、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、计算机应用专业等的教学参考书，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。

本套教材在编写过程中，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、贵州教育学院等众多老师的支持，他们客观地提出了许多宝贵意见；北京科海电子出版社的夏非彼、陈跃琴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。由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，敬请广大读者批评、指正。

编委会

2005年3月

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。

本书是根据“电子技术基础课程教学大纲”,结合当前国内外电子技术最新发展趋势和教学、实践的需要编写的。包括模拟电路与数字电路的基本内容。本书从电子线路最基本的半导体知识开始,由浅入深地介绍了半导体二极管、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内容。在讲解过程中,编者力求做到使本书科学、易懂、实用。每一章最后都有小结和习题,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,以利于对所学知识的理解和深化。另外,附录中还提供了各章习题的参考答案和常用的电路实例。

“电子线路与电子技术”是电子类专业的必修课,建议讲授80~100学时。对于在职专业技术人员,本书也是一本有益的参考书;对于广大的无线电爱好者,本书更是一本难得的指导书。

因时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏和欠妥之处,敬请广大读者和专家批评指正。

四川师范大学

四川大学 张洪润

2005年3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
$C_{b'c}$	基极 - 集电极电容
$C_{b'e}$	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 ^①
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
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
ΔI_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_{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_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_b, R_c, R_e	半导体三极管的基极、集电极、发射极电阻
R_g, R_d	场效应管的栅极、漏极电阻
R_S	信号源内阻
R_L	负载电阻
R_P	电位器(可变电阻)
r	微变电阻(交流电阻或动态电阻)
r_{be}	半导体三极管的输入电阻
r_{ce}	半导体三极管的输出电阻
R	直流输入电阻
R_i	放大器交流输入电阻
R_o	放大器交流输出电阻
R_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_R	转换速率

T	温度(热力学温度以 K 为单位,摄氏温度用℃表示)
T	双口有源器件 ^③
T_r	变压器
t	时间
U, v	电压 ^④
U_s	信号源电压
U_i	输入电压
U_{th}	二极管、三极管的门坎电压
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
α	半导体三极管共基极接法的电流放大系数
β	半导体三极管共射极接法的电流放大系数
γ	稳压系数
η	效率
θ	整流元件的导电角
μ_P	半导体三极管的内部电压反馈系数
ρ	电阻率
σ	电导率
φ	相角
ϕ	时钟脉冲
τ	时间常数
Ω, ω	角频率

③ 双口有源器件指半导体三极管,场效应管等。

④ 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
$C(\text{CP})$	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, 门坎电平
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
$\square$	高电平脉冲
$\sqcup$	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	(13)
1.3.4 发光二极管	(15)
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	(17)
1.4.3 晶体管的特性曲线	(19)
1.4.4 晶体管的开关特性	(21)
1.4.5 晶体管的主要参数	(22)
1.5 场效应管	(25)
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	(32)
1.6 晶闸管	(35)
1.6.1 晶闸管的结构及工作原理	(36)
1.6.2 晶闸管的伏安特性和主要参数	(38)
1.6.3 双向晶闸管	(42)
1.6.4 晶闸管的特点	(42)
1.7 小结	(44)
1.8 习题	(45)
第2章 基本放大电路	(48)
2.1 基本放大电路的组成	(48)

2.2 放大电路的静态分析	(50)
2.2.1 静态值的近似计算	(50)
2.2.2 用图解法确定静态值	(51)
2.2.3 静态工作点的稳定	(52)
2.3 放大电路的动态分析	(57)
2.3.1 图解法	(57)
2.3.2 微变等效电路法	(60)
2.4 射极输出器	(65)
2.4.1 静态分析	(65)
2.4.2 动态分析	(66)
2.5 多级放大电路及其级间耦合方式	(68)
2.5.1 阻容耦合	(69)
2.5.2 直接耦合	(73)
2.6 放大电路中的负反馈	(77)
2.6.1 什么是放大电路中的负反馈	(77)
2.6.2 负反馈的类型	(77)
2.6.3 负反馈对放大电路工作性能的影响	(81)
2.7 差动放大电路	(86)
2.7.1 差动放大电路的工作情况	(86)
2.7.2 典型差动放大电路	(88)
2.8 互补对称功率放大电路	(93)
2.8.1 对功率放大电路的基本要求	(94)
2.8.2 互补对称放大电路(OTL 和 OCL)	(95)
2.9 场效应管放大电路	(98)
2.9.1 自给偏压偏置放大电路	(99)
2.9.2 分压式偏置放大电路	(99)
2.10 小结	(102)
2.11 习题	(103)
第3章 模拟集成电路	(110)
3.1 集成电路概述	(110)
3.1.1 什么是集成电路	(110)
3.1.2 集成电路的分类	(110)
3.1.3 集成电路的特点	(111)
3.2 集成运算放大器	(111)
3.2.1 功能及电路主要组成	(111)
3.2.2 主要参数	(113)
3.2.3 类型	(114)
3.2.4 选用时要考虑的问题	(114)
3.2.5 电路分析依据	(115)
3.2.6 在信号运算方面的应用	(116)

3.2.7 在信号处理方面的应用	(124)
3.2.8 在波形产生方面的应用	(127)
3.2.9 在信号测量方面的应用	(129)
3.3 集成电压比较器	(131)
3.3.1 功能及电路组成	(131)
3.3.2 主要参数	(132)
3.3.3 选用时要考虑的问题	(133)
3.4 集成模拟乘法器	(133)
3.4.1 功能及电路组成	(133)
3.4.2 主要参数	(134)
3.4.3 选用时要注意的问题	(136)
3.5 集成锁相环	(136)
3.5.1 功能及电路组成	(136)
3.5.2 主要参数	(137)
3.6 集成采样保持电路	(137)
3.6.1 功能及电路组成	(137)
3.6.2 主要参数	(139)
3.6.3 选用时要注意的问题	(140)
3.7 集成函数发生器	(140)
3.7.1 功能及电路组成	(140)
3.7.2 主要参数(以 8038 为例)	(141)
3.8 小结	(142)
3.9 习题	(142)
第 4 章 正弦波振荡电路	(149)
4.1 振荡原理	(149)
4.1.1 振荡电路的组成	(149)
4.1.2 自激振荡的条件	(150)
4.1.3 振荡的建立	(151)
4.2 LC 振荡器	(151)
4.2.1 变压器反馈式 LC 振荡器	(151)
4.2.2 三点式振荡器	(152)
4.3 RC 振荡器	(153)
4.3.1 电路组成	(153)
4.3.2 RC 串并网络的选频作用	(154)
4.3.3 RC 振荡器的实际电路	(155)
4.4 运放石英晶体振荡器	(156)
4.4.1 正弦波振荡器的频率稳定问题	(156)
4.4.2 石英晶体的基本特性与等效电路	(156)
4.4.3 运放石英晶体振荡器	(158)
4.4.4 应用举例	(159)

4.5 小结	(160)
4.6 习题	(160)
第5章 直流稳压电源	(163)
5.1 整流电路	(163)
5.1.1 单相半波整流电路	(163)
5.1.2 单相桥式整流电路	(165)
5.1.3 三相桥式整流电路	(167)
5.2 滤波器	(170)
5.2.1 电容滤波器	(170)
5.2.2 电感电容滤波器	(173)
5.2.3 π 形滤波器	(173)
5.3 稳压管稳压电路	(174)
5.4 串联型晶体管稳压电路	(175)
5.5 集成直流稳压电源	(177)
5.5.1 集成直流稳压电源的功能及电路组成	(177)
5.5.2 集成直流稳压电源的主要参数	(179)
5.5.3 其他类型的集成稳压电源	(180)
5.5.4 集成直流稳压电源连接方法举例	(181)
5.6 小结	(182)
5.7 习题	(183)
第6章 晶闸管(可控硅)电路	(186)
6.1 晶闸管整流主电路	(186)
6.1.1 单相半波可控整流电路	(186)
6.1.2 单相桥式可控整流电路	(191)
6.1.3 三相桥式可控整流电路	(195)
6.2 晶闸管的触发电路	(197)
6.2.1 可控硅对触发电路的要求	(197)
6.2.2 单结晶体管触发电路	(198)
6.2.3 集成定时器(555)触发电路	(202)
6.3 晶闸管的保护电路	(207)
6.3.1 可控硅的过电流保护电路	(207)
6.3.2 可控硅的过电压保护电路	(207)
6.4 晶闸管应用电路举例	(208)
6.4.1 晶闸管调光电路	(208)
6.4.2 晶闸管温度控制器	(208)
6.4.3 晶闸管冰箱保护器	(210)
6.5 小结	(211)
6.6 习题	(212)
第7章 脉冲数字电路基础	(214)

7.1 概述	(214)
7.1.1 脉冲的基本概念	(214)
7.1.2 脉冲波形及参数	(214)
7.1.3 数字信号的特点	(215)
7.2 数制和码制	(216)
7.2.1 数制	(216)
7.2.2 二进制数和十进制数的相互转换	(217)
7.2.3 码制	(218)
7.3 逻辑代数基本知识	(219)
7.3.1 逻辑代数的基本概念	(219)
7.3.2 逻辑代数的基本定律	(219)
7.3.3 逻辑代数的运算规则	(220)
7.3.4 逻辑表达式的化简	(221)
7.4 运用卡诺图化简逻辑函数	(223)
7.4.1 逻辑函数的最小项	(223)
7.4.2 逻辑函数的卡诺图表示法	(225)
7.4.3 用卡诺图化简逻辑函数	(226)
7.5 小结	(229)
7.6 习题	(230)
第8章 逻辑门及组合逻辑电路	(232)
8.1 基本逻辑门电路	(232)
8.1.1 “与”逻辑关系和“与”门电路	(232)
8.1.2 “或”逻辑关系和“或”门电路	(234)
8.1.3 “非”逻辑关系和“非”门电路	(235)
8.1.4 复合门电路	(235)
8.2 TTL 门电路	(237)
8.2.1 TTL“与非”门电路	(237)
8.2.2 TTL“三态”门电路	(239)
8.2.3 TTL集电极开路(OC)门电路	(240)
8.3 MOS 门电路	(241)
8.3.1 MOS反相器	(241)
8.3.2 MOS“与非”门电路	(243)
8.3.3 MOS“或非”门电路	(243)
8.3.4 MOS“三态”门电路	(244)
8.4 集成逻辑门电路	(244)
8.4.1 功能及电路组成	(244)
8.4.2 集成门电路的主要参数	(248)
8.4.3 选用集成门电路时需要考虑的问题	(249)
8.5 集成模拟开关	(250)
8.5.1 功能及电路组成	(250)