

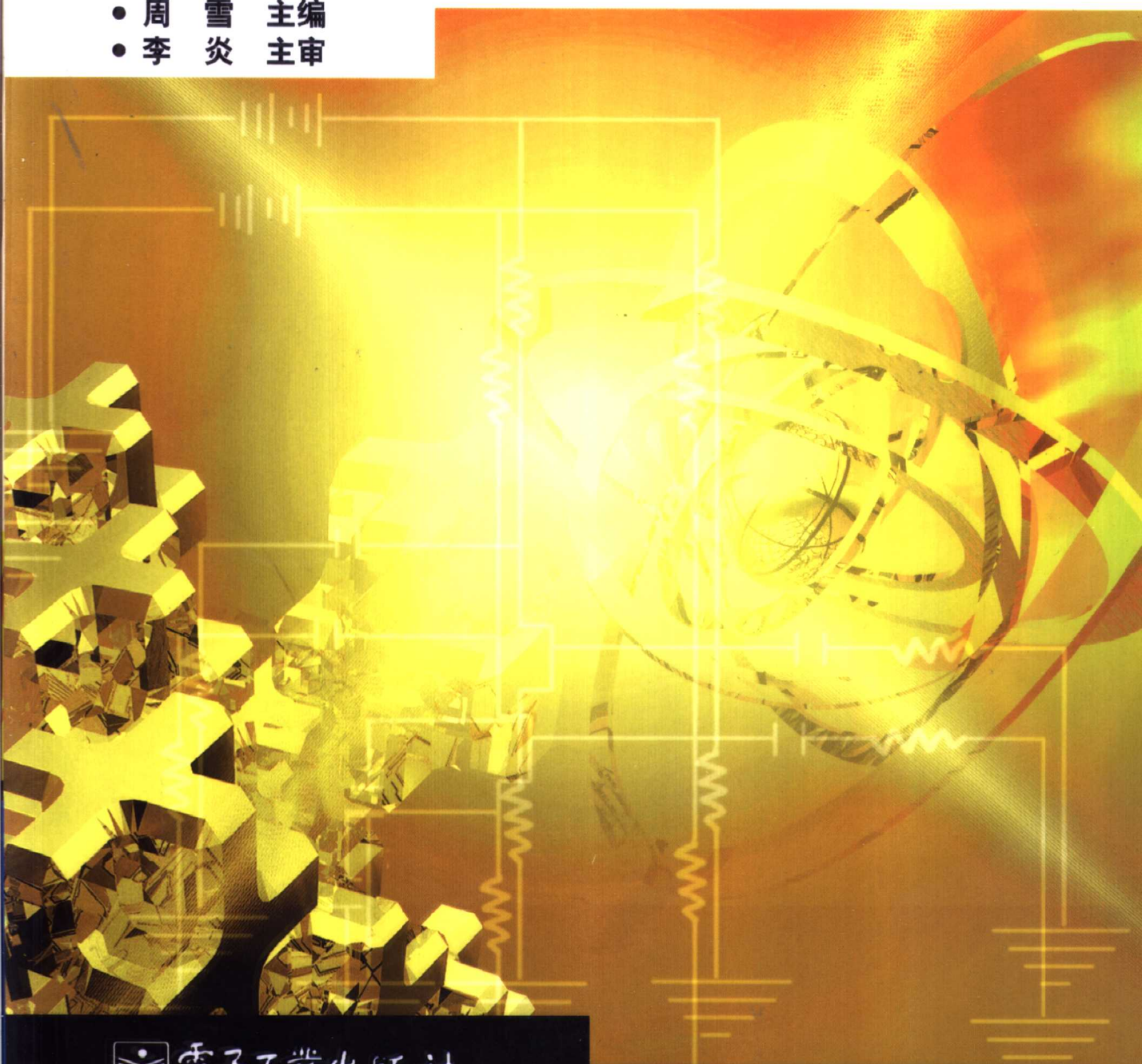
高等职业教育电子信息类贯通制教材

· 电子技术专业



电子技术基础

• 周 雪 主编
• 李 炎 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等职业教育电子信息类贯通制教材(电子技术专业)

电子技术基础

周 雪 主编
李 炎 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书在内容的安排上强调以应用为主,以加强对学生的“技术应用的能力的培养”为目的,尽量减少对分立元件的介绍,突出了集成电路的特性及使用方法,在巩固经典理论及成熟电路的基础上增加了新器件、新技术和新知识。

全书分为两个部分。模拟电子技术基础部分包括二极管和三极管及其应用电路、场效应管及其放大电路、集成运算放大器、负反馈放大器、集成运放的应用电路、正弦波振荡器、功率放大器、调制与解调、直流稳压电源。数字电子技术基础部分包括数字电路基础知识、集成逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与变换电路、D/A 与 A/D 转换电路、存储器和可编程逻辑器件。

本书内容覆盖面广,图文并茂,易学易懂,每小节有思考题,每章有练习题,突出了电子技术的应用性和实践性,强化了对学生实际应用能力的培养。本书可作为高等职业教育机电一体化、电气化、电力机车、铁路供电、企业供电、机械、自动控制及电子电工等专业的教材。同时,适用于中等专业学校有关专业作为提高教材,也可供读者和工程技术人员自学和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/周雪主编. —北京:电子工业出版社,2003.9

高等职业教育电子信息类贯通制教材(电子技术专业)

ISBN 7-5053-8752-9

I. 电… II. 周… III. 电子技术 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 077851 号

责任编辑:李 玮

印 刷:北京兴华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:20.75 字数:531.2 千字

版 次:2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言



为了适应电子技术的发展和高等职业技术教育改革的需要,本书在编写过程中,力求体现职业教育的特点,充分考虑了适用范围、应用性、实践性及有利于对学生的能力培养等方面的问题。本书与现有的一些教材相比,具有以下特点。

① 全书以集成电路为主。负反馈一章全部介绍由集成运放组成的负反馈放大器,为介绍集成运放的运用打下基础。模拟电子技术部分介绍了集成函数发生器、集成功放及集成稳压器等。数字电子技术部分介绍了集成逻辑门电路、集成触发器及集成计数器等。

② 较少介绍集成电路内部的内容,重点放在其外部特性及应用上。例如,时序逻辑电路突出了集成计数器件的功能和任意进制计数器的实现方法,尽量减少由触发器及逻辑门小规模集成电路组成的各类计数器的相关内容。

③ 为加强对学生实际动手能力的培养,对每一种器件都有管脚测试和质量检测方法的介绍。

④ 在电路图中,对关键元器件的作用进行了标注说明,方便了读者的学习。

⑤ 为减少学时,避免不必要的重复,在放大电路部分利用了“先直流偏置后交流输入、先放大条件后放大对象”的方法。具体表现在,先介绍直流偏置方式,保证三极管起到放大作用,在此基础上介绍交流信号在三极管上的输入、输出方式。由于公共端的不同,构成了共 e 极、共 b 极和共 c 极电路,并逐步分析其交流性能。场效应管放大电路采用了同样的方式进行介绍。

⑥ 对于图解法的内容不进行专门介绍,只是在分析非线性失真时作为辅助手段。

全书内容共分18章,按照理论教学学时数120~130学时编写,每小节后面有思考题,每章后面有习题,可供读者思考和练习。

本书的主编由西安铁路职业技术学院周雪老师担任。第1,2,8,9,12,16章由山东电子工业学校纪静波老师编写;第3,7,17,18章由四川机电职业技术学院魏金明老师编写;第10和13章由四川机电职业技术学院倪小敏老师编写;第11章由西安铁路职业技

术学院吕玲玲老师编写;第4,5,6,14,15章由西安铁路职业技术学院周雪老师编写。周雪老师对全书内容进行了修改,并负责了该书的组织、统稿和定稿工作。西安铁路职业技术学院的程民利、阮黎君、王欣等同志对部分章节进行了修改。吕玲玲、董奇等老师在书稿的录入及图形处理方面做了大量工作。

黄河水利职业技术学院的李炎老师担任本书的主审。李炎老师提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),请有此需要的教师与电子工业出版社联系,我们将免费提供。E-mail:ve@phei.com.cn

编 者
2003年2月



常用符号一览表



模拟部分

1. 电压与电流

(1) 电源电压

符号规定为大写的英文字母 V , 下角标采用大写的英文字母, 并双写该字母。

V_{BB} 三极管基极电源电压、单结晶体管电源电压

V_{CC} 三极管集电极电源电压

V_{EE} 三极管发射极电源电压

V_{GG} 场效应管栅极电源电压、晶闸管控制极电源电压

V_{DD} 场效应管漏极电源电压

V_{AA} 晶闸管阳极电源电压

(2) 电压与电流

符号规定英文小写字母符号 $u(i)$, 其下角标若为英文小写字母, 则表示交流电压(电流)瞬时值(例如, u_o 表示输出交流电压瞬时值)。

英文小写字母符号 $u(i)$, 其下角标若为英文大写字母, 则表示含有直流成分的电压(电流)瞬时值(例如, u_o 表示含有直流成分的输出电压瞬时值)。

英文大写字母符号 $U(I)$, 其下角标若为英文小写字母, 则表示正弦电压(电流)有效值或幅值(例如, U_o 表示输出正弦电压有效值)。

英文大写字母符号 $U(I)$, 其下角标若为英文大写字母, 则表示直流电压(电流)(例如, U_o 表示输出直流电压)。

若在英文大写字母符号(U, I), 大写的下角标之前加符号“ Δ ”, 则表示直流电压或电流的变化量。

U_B, U_C, U_E	基极、集电极、发射极的直流电压
U_{BE}	三极管基极与发射极之间的直流电压
$U_{(BR)CEO}$	基极开路, 三极管集电极与发射极之间的击穿电压
$U_{(BR)EBO}$	集电极开路, 三极管发射极与基极之间的击穿电压
u_i	交流输入电压
u_o	交流输出电压
U_{CE}	三极管集电极与发射极之间的直流电压
U_{CES}	三极管集电极与发射极之间的饱和压降
u_s	交流信号源电压
i_B	含有直流成分的基极瞬时电流
i_C	含有直流成分的集电极瞬时电流

i_E	含有直流成分的发射极瞬时电流
i_b	基极交流电流
i_c	集电极交流电流
i_e	发射极交流电流
I_{BQ}, I_{CQ}, I_{EQ}	基极、集电极、发射极静态电流
I_{BS}	临界饱和基极电流
I_{CS}	临界饱和集电极电流
I_{CBO}	发射极开路,集电极基极间反向饱和电流
I_{CEO}	基极开路,集电极射极间穿透电流
I_{CM}	集电极最大允许电流
$U_{GS(th)}$	场效应管开启电压
$U_{GS(off)}$	场效应管夹断电压
U_{GS}	场效应管栅源之间的直流电压
u_{gs}	栅源之间的交流电压
I_D	漏极直流电流
I_{DSS}	饱和漏极电流
U_{DS}	漏源之间的直流电压
u_{ds}	漏源之间的交流电压
$U_{(BR)DS}$	最大漏源电压
$U_{(BR)GS}$	最大栅源电压
I_A	流过晶闸管阳极的直流电流
i_a	流过晶闸管阳极的交流电流
U_{GC}	晶闸管控制极至阴极间的直流电压
u_f	反馈电压
u_{id}	差模信号输入电压,净输入电压
u_{ic}	共模信号输入电压
U_+, I_+	运放同相端输入电压和电流
U_-, I_-	运放反相端输入电压和电流
U_Z, I_Z	稳压管的稳定电压、稳定电流
U_{VD}	二极管上的压降
I_{VD}	流出二极管的平均电流
I_F	正向电流
U_{RM}	极限参数,二极管在使用时允许施加的最高反向电压(最大反向工作电压)
U_{Rmax}	在实际电路中,二极管所承受的最大反向电压
I_R	二极管的反向电流
f_{max}	二极管的最高工作频率
x_f	反馈信号
x_i	输入信号
x_o	输出信号

A	增益
F	反馈系数
Φ	相位移
U_{REF}	电压比较器的参考电压
U_{TH}	阈值电压或门限电压
$U_{\text{TH1}}, U_{\text{TH2}}$	上门限电压、下门限电压
ΔU_{TH}	回差电压

2. 功率

P_{CM}	集电极最大允许功率损耗
P_{E}	直流电源提供的功率
P_{C}	三极管耗散功率
P_{O}	输出功率
P_{Omax}	最大输出功率
P_{DM}	场效应管的最大耗散功率

3. 器件(分立元件)

(1) 器件文字符号

VD	二极管
VT	三极管
V	场效应管
JFET	结型场效应管
BJT	三极管

(2) 器件管脚名称

本书采用小写英文字母表示各管脚名称(个别除外)

b	三极管基极
c	三极管集电极
e	三极管发射极、单结晶体管发射极
g	场效应管栅极、晶闸管控制极
d	场效应管漏极
s	场效应管源极
a	晶闸管阳极
c	晶闸管阴极
b_1, b_2	单结管第一基极、第二基极

4. 电阻、电容、电感

RP	电位器
R_b	基极偏置电阻
R_c	集电极电阻
R_e	发射极电阻

R_L	负载电阻
r_i	输入交流电阻
r_{be}	基极 - 发射极输入电阻
r_o	输出交流电阻
r_{id}	差模输入电阻
r_{od}	差模输出电阻
r_{if}	具有反馈时的输入电阻
r_{of}	具有反馈时的输出电阻
R_g	场效应管的栅极电阻
R_d	场效应管的漏极电阻
R_s	场效应管的源极电阻

5. 频率参数

f_H	放大电路的上限截止频率
f_L	放大电路的下限截止频率
B	通频带
f_o	振荡频率
ω_o	谐振角频率
f_{Hf}	具有反馈时的上限截止频率
f_{Lf}	具有反馈时的下限截止频率
f_s	晶体的串联谐振频率
f_p	晶体的并联谐振频率

6. 参数符号

$\bar{\beta}$	共发射极直流电流放大倍数
β	共发射极交流电流放大倍数
A_u	交流电压放大倍数
A_{us}	源电压放大倍数
A_i	电流放大倍数
g_m	场效应低频跨导
η	效率
A_{ud}	差模电压放大倍数
$A_{ud1} (A_{ud2})$	单端输出差模电压放大倍数
A_{uc}	共模电压放大倍数
K_{CMR}	共模抑制比
A	放大器
A	开环放大倍数
A_{uf}	闭环电压放大倍数
γ	稳压系数
s	纹波电压

δ	占空比
S_T	温度系数
φ_A	放大电路的相位移
φ_F	反馈网络的相位移

数 字 部 分

U_{IL}	输入低电平
U_{IH}	输入高电平
U_{OL}	输出低电平
U_{OH}	输出高电平
U_{NL}	低电平噪声容限
U_{NH}	高电平噪声容限
CP	时钟脉冲
G	逻辑门
CR, $\overline{CR}$	触发器的清零信号
LD, $\overline{LD}$	预制数控制输入端
A, B, C, D	逻辑器件的输入
$I_1, I_2, \dots$	可编程逻辑器件的输入
$L, L_1, L_2, \dots$	可编程逻辑器件的输出
$Y, Y_1, Y_2, \dots$	可编程逻辑器件的输出
$O, O_1, O_2, \dots$	可编程逻辑器件的输出
$Q, \overline{Q}$	触发器的输出端
CS	片选信号输入
D_i	输入数码
EN	使能输入
GAL	通用阵列逻辑
t_{set}	建立时间
PLD	可编程逻辑器件
PAL	可编程阵列逻辑
PLA	可编程逻辑阵列

目 录

第 1 章 二极管及其应用电路	(1)
1.1 半导体的基本知识	(1)
1.1.1 本征半导体	(1)
1.1.2 杂质半导体	(1)
1.1.3 PN 结的基本特性	(2)
思考题	(2)
1.2 二极管	(2)
1.2.1 二极管的结构及符号	(2)
1.2.2 伏安特性	(2)
1.2.3 主要参数	(3)
1.2.4 二极管的简易测试	(4)
1.2.5 手册的使用方法	(4)
思考题	(6)
1.3 整流滤波电路	(6)
1.3.1 整流电路	(6)
1.3.2 滤波电路	(9)
思考题	(12)
1.4 特殊二极管简介	(12)
1.4.1 硅稳压管	(12)
1.4.2 变容二极管	(13)
1.4.3 发光二极管	(14)
1.4.4 光电二极管	(14)
1.4.5 激光二极管	(15)
1.4.6 红外发光二极管	(15)
思考题	(15)
本章小结	(15)
习题 1	(16)
第 2 章 三极管及其放大电路	(17)
2.1 三极管	(17)
2.1.1 三极管的结构	(17)
2.1.2 三极管的电流放大作用	(17)
2.1.3 三极管的特性曲线	(20)
2.1.4 三极管的主要参数	(21)
2.1.5 三极管的测试及手册的使用	(23)
2.1.6 特种三极管简介	(24)

思考题	(25)
2.2 基本放大电路	(25)
2.2.1 放大电路的基本知识	(25)
2.2.2 基本放大电路的组成及原理	(27)
思考题	(29)
2.3 放大电路的静态工作点对输出波形的影响	(29)
思考题	(30)
2.4 放大电路的直流偏置方式	(30)
思考题	(33)
2.5 放大电路的三种组态	(33)
2.5.1 共发射极放大电路	(33)
2.5.2 共基极放大电路	(33)
2.5.3 共集电极放大电路	(33)
思考题	(34)
2.6 放大电路性能指标的估算	(34)
思考题	(38)
2.7 多级放大电路	(39)
2.7.1 多级放大电路的组成	(39)
2.7.2 多级放大电路性能指标的估算	(39)
思考题	(41)
2.8 放大电路的频率特性	(41)
思考题	(42)
本章小结	(42)
习题2	(42)
第3章 场效应管及其放大电路	(45)
3.1 结型场效应管	(45)
3.1.1 JFET 的结构和工作原理	(45)
3.1.2 JFET 的特性曲线及参数	(48)
思考题	(50)
3.2 绝缘栅场效应管	(50)
3.2.1 N 沟道增强型 MOSFET	(50)
3.2.2 N 沟道耗尽型 MOSFET	(51)
思考题	(53)
3.3 各种 FET 的特性比较及使用注意事项	(53)
3.3.1 各种 FET 的特性比较	(53)
3.3.2 使用注意事项及检测方法	(54)
思考题	(54)
3.4 场效应管放大电路	(55)
3.4.1 FET 的直流偏置电路及静态分析	(55)
3.4.2 FET 放大电路的动态分析	(56)
思考题	(57)
本章小结	(57)
习题3	(57)
第4章 集成运算放大器	(60)

4.1	零点漂移	(60)
4.2	差动放大电路	(61)
4.2.1	电路组成	(61)
4.2.2	静态特性	(61)
4.2.3	对零点漂移的抑制作用	(61)
4.2.4	动态特性	(62)
4.2.5	共模抑制比	(65)
	思考题	(65)
4.3	差动放大电路的其他几种接法	(65)
	思考题	(68)
4.4	集成运算放大器	(68)
4.4.1	集成运算放大器件的识读	(68)
4.4.2	集成运放的组成	(70)
4.4.3	集成运放的分类	(71)
4.4.4	模拟集成电路型号的命名方法	(72)
	思考题	(72)
4.5	集成运放的主要参数及其选择	(72)
4.5.1	集成运放的主要参数	(72)
4.5.2	集成运算放大器的选择	(75)
	思考题	(76)
	本章小结	(76)
	习题4	(77)
第5章	负反馈放大器	(80)
5.1	反馈的基本概念	(80)
5.1.1	反馈放大器的组成及其分类	(80)
5.1.2	负反馈放大器的基本关系式	(80)
5.1.3	反馈性质和反馈类型的判别	(81)
	思考题	(83)
5.2	负反馈对放大电路性能的影响	(84)
	思考题	(87)
5.3	深度负反馈放大电路的分析	(87)
	思考题	(89)
5.4	负反馈放大器的稳定性问题	(89)
	思考题	(90)
	本章小结	(90)
	习题5	(90)
第6章	集成运算放大器的应用电路	(93)
6.1	基本运算电路	(93)
6.1.1	比例运算放大器	(93)
6.1.2	加法运算	(94)
6.1.3	减法运算	(94)
6.1.4	微积分运算	(96)
	思考题	(97)
6.2	有源滤波电路	(97)

6.2.1 基本概念	(97)
6.2.2 有源滤波器	(98)
思考题	(100)
6.3 电压比较器和矩形波发生器	(100)
6.3.1 电压比较器	(100)
6.3.2 矩形波发生器	(103)
思考题	(104)
6.4 集成运放的使用注意事项	(104)
思考题	(106)
本章小结	(106)
习题6	(106)
第7章 正弦波振荡器	(110)
7.1 正弦波振荡电路的基础知识	(110)
7.1.1 自激振荡现象及其振荡条件	(110)
7.1.2 起振和稳幅	(111)
7.1.3 基本组成部分	(112)
7.1.4 分析方法	(112)
思考题	(113)
7.2 RC 正弦波振荡电路	(113)
7.2.1 RC 串并联网络的频率特性	(113)
7.2.2 RC 桥式振荡电路的组成及原理	(114)
思考题	(116)
7.3 LC 正弦波振荡电路	(116)
7.3.1 变压器反馈式 LC 正弦波振荡电路	(116)
7.3.2 电感三点式正弦波振荡电路	(117)
7.3.3 电容三点式正弦波振荡电路	(118)
思考题	(120)
7.4 石英晶体正弦波振荡电路	(120)
7.4.1 石英晶体的基础知识	(120)
7.4.2 石英晶体正弦波振荡电路	(122)
思考题	(123)
7.5 集成函数发生器 8038 简介	(123)
7.5.1 8038 的工作原理	(123)
7.5.2 8038 的典型应用	(124)
思考题	(124)
本章小结	(124)
习题7	(125)
第8章 功率放大器	(127)
8.1 功率放大器的特点及分类	(127)
8.1.1 功放的特点	(127)
8.1.2 功放的分类	(128)
思考题	(128)
8.2 乙类互补对称功率放大器	(128)
8.2.1 基本电路结构与工作原理	(128)

8.2.2 实用电路	(129)
思考题	(130)
8.3 单电源互补对称功率放大电路(OTL 电路)	(130)
思考题	(130)
8.4 复合互补对称功率放大电路	(131)
8.4.1 复合管	(131)
8.4.2 电路举例	(132)
思考题	(132)
8.5 集成功率放大器介绍	(133)
思考题	(134)
本章小结	(134)
习题 8	(134)
第 9 章 调制与解调	(136)
9.1 信息传输的基本概念	(136)
思考题	(136)
9.2 调制与解调的概念及原理	(136)
9.2.1 调幅与检波	(137)
9.2.2 调频与鉴频	(138)
思考题	(141)
本章小结	(142)
习题 9	(142)
第 10 章 直流稳压电源	(143)
10.1 概述	(143)
10.1.1 稳压电源的组成	(143)
10.1.2 稳压电源的主要技术指标	(144)
思考题	(144)
10.2 串联型稳压电源	(145)
10.2.1 基本电路	(145)
10.2.2 三端集成稳压器	(146)
思考题	(150)
10.3 开关稳压电源	(150)
思考题	(153)
10.4 晶闸管及可控整流电路	(153)
10.4.1 晶闸管的结构及原理	(153)
10.4.2 可控整流电路	(156)
10.4.3 晶闸管触发电路	(158)
思考题	(162)
本章小结	(162)
习题 10	(162)
第 11 章 数字电路基础知识	(164)
11.1 数字电路的概念	(164)
思考题	(165)
11.2 数制与码制	(165)
11.2.1 数制	(165)

11.2.2 码制	(168)
思考题	(169)
11.3 逻辑关系及其描述方法	(169)
11.3.1 基本逻辑关系	(169)
11.3.2 复合逻辑关系	(171)
11.3.3 逻辑关系的表示方法	(172)
思考题	(174)
11.4 逻辑代数的公式、定律及运算规则	(174)
思考题	(176)
11.5 逻辑函数的化简	(176)
11.5.1 化简的意义	(176)
11.5.2 代数化简法	(177)
11.5.3 卡诺图化简法	(178)
思考题	(182)
本章小结	(182)
习题 11	(183)
第 12 章 集成逻辑门电路	(185)
12.1 晶体管 - 晶体管逻辑门电路	(185)
12.1.1 TTL 与非门	(185)
12.1.2 其他类型的 TTL 门电路	(188)
12.1.3 TTL 门电路使用注意事项及其电路型号	(190)
思考题	(192)
12.2 CMOS 门电路	(192)
12.2.1 CMOS 门电路	(192)
12.2.2 CMOS 门电路使用注意事项及其命名方法	(195)
12.2.3 接口电路	(196)
思考题	(198)
本章小结	(198)
习题 12	(198)
第 13 章 组合逻辑电路	(201)
13.1 组合逻辑电路的分析	(201)
思考题	(202)
13.2 编码器	(203)
13.2.1 二 - 十进制编码器	(203)
13.2.2 优先编码器	(204)
思考题	(205)
13.3 译码器	(205)
13.3.1 显示器件	(205)
13.3.2 BCD - 七段显示译码器	(207)
思考题	(208)
13.4 数据选择器和数据分配器	(209)
13.4.1 数据选择器	(209)
13.4.2 数据分配器	(209)
思考题	(210)

13.5 比较器	(210)
13.5.1 同比较器	(210)
13.5.2 大小比较器	(211)
思考题	(213)
13.6 组合逻辑电路的设计方法	(213)
思考题	(214)
本章小结	(214)
习题 13	(215)
第 14 章 触发器	(216)
14.1 RS 触发器	(216)
14.1.1 基本 RS 触发器	(216)
14.1.2 同步 RS 触发器	(218)
思考题	(220)
14.2 JK 触发器	(220)
14.2.1 主从 JK 触发器	(220)
14.2.2 集成 JK 触发器	(223)
思考题	(225)
14.3 其他功能的触发器及其相互转换	(225)
14.3.1 T 触发器和 T' 触发器	(225)
14.3.2 D 触发器	(226)
14.3.3 触发器间的相互转换	(228)
思考题	(229)
本章小结	(229)
习题 14	(230)
第 15 章 时序逻辑电路	(232)
15.1 寄存器	(232)
15.1.1 数码寄存器	(232)
15.1.2 移位寄存器	(233)
思考题	(235)
15.2 二进制计数器	(235)
15.2.1 异步二进制计数器	(236)
15.2.2 同步二进制计数器	(238)
15.2.3 集成二进制计数器的型号简介	(243)
思考题	(243)
15.3 十进制计数器	(243)
15.3.1 异步十进制加法计数器	(244)
15.3.2 同步十进制加法计数器	(247)
15.3.3 集成十进制计数器型号简介	(248)
思考题	(249)
15.4 任意进制计数器	(249)
15.4.1 采用复位法构成任意进制计数器	(249)
15.4.2 采用预置数法构成任意进制计数器	(252)
15.4.3 采用进位输出置最小数法构成 N 进制计数器	(253)
15.4.4 采用级联法构成 N 进制计数器	(254)