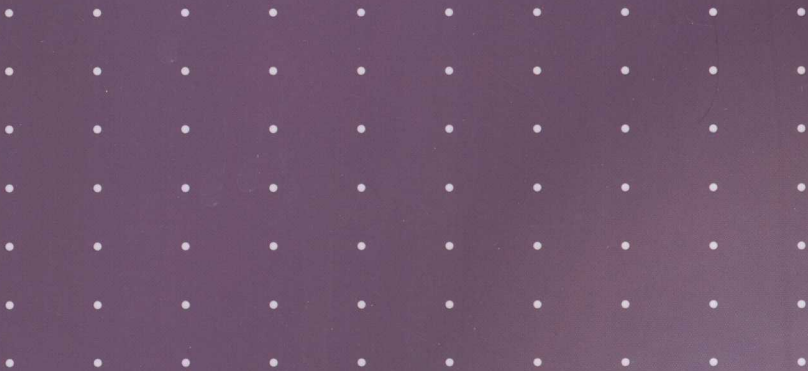


教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材

模拟与数字电子技术基础

主 编 蔡惟铮
副主编 齐 明 于 泳



014013090

TN7-43
09

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材

模拟与数字电子技术基础

MONI YU SHUZI DIANZI JISHU JICHU

■ 主 编 蔡惟铮
■ 副主编 齐 明 于 泳
■ 参 编 刘 英 吕 超 蔡剑锋
刘贵栋 朱 敏



北航

C1699893



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

000010110

内容简介

“电子技术基础”是普通高等院校电子电气信息类专业学习电子技术入门性质的课程。本书包括模拟电子技术和数字电子技术两部分内容，在课程体系上有所调整，在内容上对次要和过时的内容有所删减。经过对课程内容的分析研究，对具有相同共性的知识点进行了适当的组合，同时也重视知识的特殊性，进行了必要的改革，增加了近年来已经成熟的电子新技术、新器件的介绍，从而使本书的篇幅有较大的减少，但内容并未同比地缩减。本书配有习题、思考题和小结以及电子教案，保证了学习与教学的需要。

本书可作为高等院校电气信息类专业和部分非电类专业的教科书，参考学时 70~80，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟与数字电子技术基础/蔡惟铮主编. --北京:高等教育出版社,2014.1

ISBN 978-7-04-038897-8

I. ①模… II. ①蔡… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材②数字电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 289113 号

策划编辑 欧阳舟
插图绘制 尹莉

责任编辑 欧阳舟
责任校对 刘莉

封面设计 赵阳
责任印制 张泽业

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 北京机工印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 26
字数 580 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 1 月第 1 版
印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷
定 价 37.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 38897-00

序

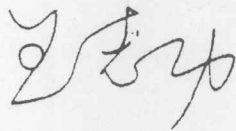
自1999年以来,我国高等教育的规模发生了历史性变化,开始进入大众化的发展阶段。高等院校从生源基础知识水平、课程设置、教学目的到培养目标都趋于多元化,原有教材类型和种类较少的现状已经难以满足不同类型高等院校培养不同类型人才的需求。而在本科教育中,基础课程建设是保证和提高教学质量的关键。为此,“教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会”与高等教育出版社合作,以教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的《电子电气基础课程教学基本要求》、电子信息科学类与电气信息类各教学指导分委员会最新制定的专业规范以及《全国工程教育专业认证标准(试行)》为依据,共同组织制订了“电子信息科学类与电气信息类专业平台课程教材规划”。

这套规划教材的制订和编写遵循了以下几点原则:

1. 尊重历史,将高等教育出版社经过半个多世纪的积淀所形成的名家名作、精品教材纳入规划。这些教材经过数十年的教学实践检验,具有很好的教学适用性。此次规划将依据新的《电子电气基础课程教学基本要求》以及电气信息学科领域的最新发展,对教材内容进行修订。
2. 突出分类指导,突出不同类型院校工程教育的特点。大众化教育阶段,不同类型院校的人才培养目标定位不同,应当根据不同类型院校学生的特点组织编写与之相适应的教材。鼓励有编写基础的一般院校和应用型本科院校经过2~3年的试用,形成适用于本层次教学的教材。
3. 理论知识与实际应用相结合。提倡在教材编写中把理论知识与在实际生产和生活中的应用紧密结合,着重培养学生的工程实践能力和创新能力,以适应社会对工程教育人才的要求。
4. 数字化的多媒体资源与纸质教材内容相结合。在教育部“加快教育信息化进程”的倡导下,提倡利用多样化、立体化的信息技术手段(如动画、视频等),将课程教学内容展现给学习者,以加深他们对知识的理解,达到更好的教学效果。

教材建设是一项长期、艰巨的工程。我们将本着成熟一批出版一批的指导思想,把这项工作扎实持续地推进下去,为电子信息科学类与电气信息类专业基础课程建设一批基础扎实、教学适用性强、体现时代气息的规划教材,为提高高等教育教学质量,深化高等教育教学改革做出应有的贡献。

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会主任委员



2010年12月

前 言

“电子技术基础”是普通高等院校电子电气信息类专业学习电子技术入门性质的课程。现代科技的发展十分迅速,各种新兴学科、交叉学科和工程技术的新成就大都与电子技术密不可分。

由于教育改革的需要,目前各高校增加了创新类型课程的比例,增加了实验和实践性教学环节的学时。这就必然要减少原有一些课程的学时数,电子技术基础类课程也不例外,许多学校这门课程的学时从一百几十学时减少到不足一百学时。作者认为,减少学时不能简单地从减少内容入手,必须认真进行课程体系和课程内容的改革才能达到既减少学时,又不至于过分减少课程内容的目的。首先,需要对课程原有的体系和内容进行仔细的研究,寻找课程各章节的共性问题 and 各自的特殊性;其次,对课程内容进行必要的删繁就简和重组,引入近年来成熟的新技术,以达到提高教育质量、培养人才、服务国家建设发展需要之目的。针对这一情况,本书做了如下改革:

本书的第一部分“模拟电子技术”主要介绍半导体电子器件、放大电路、模拟集成电路及其应用、反馈放大电路、振荡电路和整流稳压电路。对于场效应晶体管保持原有内容,对双极型晶体管有所减弱。对晶体管内部非主要的少数载流子的运动给予忽略,只讲述共射组态电流放大系数 β ,对 α 不再提及;对晶体管的特性曲线和参数不削弱,强调在电子电路分析中将晶体管视为受控源。

在放大电路中,减弱了图解的内容,只保留讲述工作点、直流负载线、交流负载线、动态范围和非线性失真所需要的图解的内容。静态计算不使用近似计算法,采用电路课程中的戴维宁定理来求解静态基极电流,又引出重要的归算的概念,对后面内容的讲解益处很大。而场效应管放大电路由于场效应管有转移特性曲线方程式,可采用计算法求解放大电路静态工作点的参数,这样两种晶体管放大电路的静态工作点都可以采用计算法。同时在二极管的应用中加大了整流电路原理的介绍,有助于学生在科技活动中处理电源问题。

其次,从晶体管的特性曲线引出简化的微变模型,概念清楚,又避免比较麻烦的数学推导。在进行放大电路动态参数求解时晶体管就是一个受控源,熟练以后可以根据电路图直接写出电压增益的公式和输入电阻的表达式。

跨导型模拟乘法器的核心是差分放大电路,讲解相乘的原理也很容易,所以将差分放大电路、互补放大电路、运算放大器、模拟乘法器放在一章讲解。同时运算放大器的运算电路和模拟乘法器的运算电路具有相同的分析规律,所以将模拟乘法器和运算放大器的运算电路也放在一章中是比较合理的。

反馈放大电路进行理想化处理,只考虑输入信号经放大电路的正向传输,反馈信号经反馈网络的反向传输,忽略了反馈网络对放大电路的影响。并且以深度负反馈为主,全部选用集成运放放大电路作为例子进行分析,删除了分立元件放大电路的例子,使反馈放大电路的分析得以简化。

在运算放大器和模拟乘法器线性应用电路一章中,除了传统的基本运算电路外,还加强了实际应用电路的介绍,如数据放大器、接地阻抗模拟变换器、开关电容滤波器等,同时将有源滤波器作为应用电路移入本章。

在集成振荡电路一章,加强了振荡电路的组成地位,将 RC 选频网络、 LC 选频网络放在一节中介绍,如果电路课程中对这些内容有了讲解,可根据实际情况删减。不管是 RC 振荡电路,还是 LC 振荡电路其实质是一样的,加强了两种振荡电路的联系。在非正弦波振荡电路的基础上自然引出函数发生器,进行了扼要的介绍。

在直流电源一章,因为整流电路已移到二极管应用中介绍,在此主要介绍整流电路的参数。对稳压电源加强了与反馈电路的联系,串联型稳压电源实质上是电压负反馈电路。加强了三端集成稳压器和开关稳压电源的介绍。

本书的第二部分“数字电子技术”主要介绍逻辑电路分析的数学工具、集成逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器和 555 定时器、时序逻辑电路、半导体存储器与可编程逻辑器件以及数模与模数转换器等内容。

在“数字电子技术”部分,对于一些贯穿整个数字电子技术的内容,例如逻辑代数、对偶、最小项等给予加强,加强不等于增加篇幅,而是在后续章节中都与此联系起来,前后形成一个脉络。对门电路和触发器以及中规模集成电路取消了内部电路的讲解,着重静态逻辑功能、特性曲线和参数的介绍。加强了中、大规模集成电路设计逻辑电路的比重,基本上不再讲解采用小规模集成电路设计逻辑电路的内容。

对课程内容进行了精简和整合,例如逻辑代数十几个形式定理,不提每一个定理的具体名称,而是划分成 5 类,且有对偶关系;将 555 定时器纳入触发器一章,介绍完几种触发器后,还可以通过 555 定时器介绍单稳、多谐、施密特等电路。定时器的功能表归纳出 4 条规律,可以脱离功能表去分析定时器的基本电路,其中多谐、施密特等电路具有内在的一致性。

对于可编程逻辑器件,没有具体去讲许多公司的各种器件,而是提取它们的共性,将实现可编程的方法加以总结。对于可编程逻辑器件使用中遇到的 VHDL 语言,在组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路中分别给出一些实例,对语句给予注释,使读者对 VHDL 语言有一个初步的了解。

在某些课程内容上,进一步延伸会牵涉到一些新技术时,也有所提及,以扩大学生的知识面,例如新型的 $\Delta-\Sigma$ 型模数转换器、流水线型模数转换器等。

本书可作为电气电子信息类、计算机类等相关专业的“电子技术基础”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”等电子技术类课程的教材。本书理论课授课 70~80 学时,相当于 5 学分,另外可安排 40 学时左右的实验课。每节后面有思考题,每章后面有习题供学生使用,以巩固课程的基本概念和掌握基本分析问题的方法。与本书配套的电子教案本着“分层显示,动态感强,师生互动,便于修改”的原则进行制作,以期为使用本教材的老师提供方便。

参加本书编写的有齐明、于泳、刘英、吕超、蔡剑锋、刘贵栋、朱敏等人,由蔡惟铮任主编,齐明、于泳任副主编。本书由浙江大学王小海教授主审,对他的中肯意见深表谢意。

虽然对本书的这种安排形式进行过一些教学实践,但难免存有不足之处,敬请读者不吝指正,以便再版时修改,在此深表感谢!

编者
于哈尔滨工业大学
2013 年 1 月

有关符号的说明

一、几条基本规定

1. 物理量的符号用英文或希腊文斜体,如 U 、 u 、 I 、 i 、 β 等。
2. 变化量用小写斜体,如 u 、 i 等;直流量、缓变化量、平均值、有效值用大写斜体。
3. 复数量 $\dot{U}$ 、 $\dot{I}$ 。
4. 下标一般用正体,如 U_{CE} 、 U_o 、 I_L 、 R_o 等。
5. 用科学家名字命名的单位用大写正体,如 V、A、F、H、W、 Ω 、S、K 等;其他非科学家名字命名的单位用小写正体,如 s、m、g 等。
6. 单位前表示数量级的符号用正体,如 $p(10^{-12})$ 、 $n(10^{-9})$ 、 $\mu(10^{-6})$ 、 $m(10^{-3})$ 、 $k(10^3)$ 、 $M(10^6)$ 、 $G(10^9)$ 等。
7. 专用名词、器件型号用大写正体,如 VT、VD、TTL、MOS、BJT、3DG100 等。
8. 三角函数如 $\sin$ 、 $\tan$;对数 $\log$ 、 $\ln$ 等用正体;常量,如 π 、 e 等用正体。
9. 晶体管的管脚用 E、B、C 或 e、b、c;场效应晶体管用 S、G、D 或 s、g、d。
10. 集成电路的管脚标注,在符号框内,一般标正体。

二、直流、交流、交直流量的含义

1. U_{CE} 、 U_{BE} 、 U_{DS} 、 U_{GS} 表示器件相应电极之间的直流电压。
2. u_{ce} 、 u_{be} 、 u_{ds} 、 u_{gs} 表示器件相应电极之间的交流电压。
3. u_{CE} 、 u_{BE} 、 u_{DS} 、 u_{GS} 表示器件相应电极之间的交、直流总电压。
4. ΔU 、 ΔI 表示直流变化量; Δu 、 Δi 表示交流变化量。
5. U_C 、 U_B 、 U_E 、 U_D 、 U_G 、 U_S 表示器件相应电极对地的直流电位。
6. U_{CEQ} 、 U_{BEQ} 、 U_{DSQ} 、 U_{GSQ} 表示器件相应电极之间的静态工作点电压。
7. I_{CQ} 、 I_{BQ} 、 I_{DQ} 表示器件相应电极中的静态工作点电流。

三、基本符号

1. 电压和电流

U 、 u

电压通用符号

I 、 i

电流通用符号

$\dot{U}_i$ 、 u_i

输入电压复数量、交流输入电压

$\dot{U}_s$ 、 u_s

信号源电压复数量、信号源交流电压

$\dot{U}_o$ 、 u_o

输出电压复数量、交流输出电压

u_i, u_o	输入电压、输出电压(含交流和直流)
$\dot{U}_f, u_f$	反馈电压复数量、交流反馈电压
$\dot{X}_i, \dot{X}_f, \dot{X}'_i$	反馈电路的输入信号、反馈信号和净输入信号
$\dot{U}'_i$	反馈放大电路中的净输入电压
$U_1, \dot{U}_1$	变压器一次交流电压、一次交流电压复数量
$U_2, \dot{U}_2$	变压器二次交流电压、二次交流电压复数量
U_Z	稳压管的稳定电压
u_{id}	差模输入电压
u_{ic}	共模输入电压
U_{IO}, I_{IO}	输入失调电压、输入失调电流
I_{IB}	输入偏置电流
$\Delta U_{IO}/\Delta T, \Delta I_{IO}/\Delta T$	输入失调电压温度系数、输入失调电流温度系数
U_{Idmax}, U_{Icmax}	最大差模输入电压、最大共模输入电压
A_{ud}	开环差模电压放大倍数
r_{id}	差模输入电阻
K_{CMR}	共模抑制比
$BW_G(f_T)$	单位增益带宽(晶体管特征频率)
S_R	转换速率(压摆率)
U_{OL}	逻辑低电平
U_{OH}	逻辑高电平
$U_O = L$	输出电压等于低电平
$U_O = H$	输出电压等于高电平
$U_O = 0$	正逻辑约定时,输出电压等于低电平
$U_O = 1$	正逻辑约定时,输出电压等于高电平

以上符号有的也适用于电流,如 $\dot{U}_i, u_i$ 可以有 $\dot{I}_i, i_i$, 不一一列举。

2. 电源

E	电动势、电池的端电压
V_{CC}	双极型晶体管电路的集电极直流电源
V_{EE}	双极型晶体管电路的发射极直流电源
V_{BB}	双极型晶体管电路的基极直流电源
V_{DD}	场效应晶体管电路的漏极直流电源
V_{SS}	场效应晶体管电路的源极直流电源
V_{REF}	参考电压源

3. 功率

P	功率通用符号
-----	--------

p	瞬时功率
P_o	交流输出功率
P_0	静态功耗
P_C	集电极功耗
P_D	漏极功耗
P_T	晶体管功耗
P_V	直流电源功耗

4. 频率和时间

f, F	频率通用符号
ω	角频率
f_L	下限截止频率
f_H	上限截止频率
BW	通频带
f_0	谐振频率、切割频率
f_c	临界频率
f_p	极点频率

5. 电阻、电容、电导、电感

R	电阻
C	电容
G	电导
L	电感

6. 放大倍数、增益

$\dot{A}$	放大倍数通用符号
$\dot{A}_u$	电压放大倍数、电压增益
$\dot{A}_i$	电流放大倍数、电流增益
A_p	功率放大倍数、功率增益
$\dot{A}_f$	反馈放大倍数、反馈增益
$\dot{A}_{ui}$	互阻放大倍数、互阻增益
$\dot{A}_{iu}$	互导放大倍数、互导增益
$\dot{F}_u, \dot{F}_{uu}$	电压反馈系数
$\dot{F}_i, \dot{F}_{ii}$	电流反馈系数
$\dot{F}_{ui}$	互阻反馈系数
$\dot{F}_{iu}$	互导反馈系数

7. 其他

$^{\circ}\text{C}$	摄氏度
K	热力学温度单位, 开氏度
D	非线性失真系数、占空比
Q	静态工作点、触发器的输出端
S	脉动系数
T	周期、温度
η	效率
φ	相位角
τ	时间常数
θ	导通角

四、半导体器件

1. 二极管

D 、 VD	二极管
D_Z 、 VD_Z	稳压二极管
n_i	电子浓度
p_i	空穴浓度
I_F	二极管最大整流电流
$U_{O(AV)}$	输出电压平均值
U_D	二极管正向电压
I_D	二极管正向电流
U_{BR}	二极管反向击穿电压
U_{RM}	二极管最大反向工作电压
U_F	二极管在额定正向电流条件下的正向电压降
r_d	二极管动态电阻
α_{U_D}	二极管正向电压温度系数
r_Z	硅稳压二极管动态电阻

2. 晶体管

T 、 VT	晶体管、三极管
α 、 $\bar{\alpha}$	共基极交流电流放大系数、共基极直流电流放大系数
β 、 $\bar{\beta}$	共射极交流电流放大系数、共射极直流电流放大系数
β_s	饱和区电流放大系数
g_m	场效应晶体管低频跨导
I_{CM} 、 I_{DM}	集电极最大电流、漏极最大电流
P_{CM} 、 P_{DM}	集电极最大功耗、漏极最大功耗
U_{CES}	饱和压降
$U_{(BR)CBO}$	发射极开路时 C、B 间的击穿电压

$U_{(BR)CEO}$	基极开路时 C、E 间的击穿电压
$U_{(BR)CER}$	基极发射极接电阻时 C、E 间的击穿电压
$U_{(BR)CES}$	基极发射极短路时 C、E 间的击穿电压
$U_{(BR)BEO}$	集电极开路时 B、E 间的击穿电压
f_T	特征频率
f_β	共射截止频率
f_α	共基截止频率
C_π	晶体管发射结电容
C_μ	晶体管集电结电容
3. 运算放大器、模拟乘法器	
$U_+、U_p、u_+、u_p$	运算放大器同相输入端电压
$U_-、U_n、u_-、u_n$	运算放大器反相输入端电压
K_{CMR}	共模抑制比
4. 数字集成电路	
TTL	晶体管晶体管逻辑
LSTTL	低功耗肖特基 TTL
STTL	肖特基 TTL
HRTL	高速 TTL
ALSTTL	先进的低功耗肖特基 TTL
ASIC	专用集成电路
CMOSFET	互补金属氧化物半导体场效应晶体管
PMOS	P 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管
NMOS	N 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管
HC	高速 CMOS
HCT	与 TTL 逻辑电平兼容的高速 CMOS
OC、OD	集电极开路、漏极开路门简化缩写
TSG 或 3S	三态门或其简化缩写
EN	使能
$\times$ 或 ϕ	约束项
$\overline{R_d}$	低电平复位
$\overline{S_d}$	低电平置位
CR	清零信号
Q^n	触发器原状态或现态
Q^{n+1}	触发器新状态或次态
RCO	进位信号允许
t_{pd}	平均传输延迟时间
t_{pHL}	从高电平到低电平的传输延迟时间
t_{pLH}	从低电平到高电平的传输延迟时间

U_{OHMIN}	输出高电平最小值
U_{OLMAX}	输出低电平最大值
U_{ILMAX}	输入低电平最大值
U_{IHMIN}	输入高电平最小值
U_{NH}	高电平噪声容限
U_{NL}	低电平噪声容限
I_{OHMAX}	输出高电平电流最大值(拉电流)
I_{OLMAX}	输出低电平电流最大值(灌电流)
I_{IHMAX}	输入高电平电流最大值
I_{ILMAX}	输入低电平电流最大值
I_{CCL}	输出低电平对应的电源电流
I_{CCH}	输出高电平对应的电源电流
t_{on}	晶体管开启时间
t_d	延迟时间
t_r	上升时间
t_{off}	晶体管关闭时间
t_s	存储时间
t_f	下降时间
N_O	扇出系数
m_i	最小项
M_i	最大项

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



北航

C1699893

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 模拟电子技术

第 1 章 半导体二极管和晶体管	9
1.1 半导体的基本知识	9
1.1.1 本征半导体	9
1.1.2 杂质半导体	10
1.2 PN 结	12
1.2.1 PN 结的形成	12
1.2.2 PN 结的单向导电性	13
1.2.3 PN 结的电容效应	14
1.3 半导体二极管	15
1.3.1 二极管的结构类型	15
1.3.2 二极管的伏安特性曲线	15
1.3.3 二极管的参数	16
1.3.4 二极管的模型	18
1.3.5 二极管的应用	19
1.4 硅稳压二极管及其稳压电路	22
1.4.1 稳压二极管的主要参数	22
1.4.2 稳压二极管稳压电路	23
1.5 双极型晶体管	25
1.5.1 晶体管的结构	25
1.5.2 晶体管的电流放大系数	25
1.5.3 晶体管的三种组态	27
1.5.4 晶体管的共射特性曲线	28
1.5.5 晶体管的参数	29
1.5.6 晶体管的型号	31
1.6 场效应晶体管	32
1.6.1 结型场效应管	32
1.6.2 绝缘栅型场效应管	35
1.6.3 场效应管的三种组态	37
1.6.4 场效应管的参数和型号	37
1.6.5 双极型晶体管和场效应晶体管的比较	40
本章小结	41
习题	42
第 2 章 基本放大电路	46
2.1 放大电路概述	46
2.1.1 放大的概念	46
2.1.2 放大电路的主要技术指标	46
2.1.3 基本放大电路的组态	49
2.2 基本放大电路的组成及工作原理	49
2.2.1 晶体管基本放大电路的组成及工作原理	49
2.2.2 场效应管基本放大电路的组成及工作原理	55
2.3 基本放大电路的图解分析	59
2.3.1 放大电路的静态图解分析	59
2.3.2 放大电路的输出动态范围	62
2.4 晶体管的小信号模型	64
2.4.1 晶体管低频小信号模型	64
2.4.2 场效应管低频小信号模型	66
2.5 晶体管放大电路的动态分析	68
2.5.1 共射组态基本放大电路的动态分析	68
2.5.2 共集组态基本放大电路的动态分析	71
2.6 场效应管放大电路的动态分析	73
2.6.1 共源组态基本放大电路的动态分析	73
2.6.2 共漏组态基本放大电路的动态分析	77
2.7 放大电路的稳态频率响应	79
2.7.1 频率响应的基本概念	79
2.7.2 一阶 RC 电路的频率响应	80
本章小结	82
习题	84
第 3 章 集成运算放大器和模拟乘法器单元电路	88

3.1 集成运算放大器的基本结构	88	习题	124
3.2 直接耦合多级放大电路	89	第5章 运算放大器和模拟乘法器线性应用电路	129
3.2.1 多级放大电路的耦合方式	89	5.1 运算放大器线性应用电路的特性	129
3.2.2 零点漂移	89	5.1.1 理想运算放大器	129
3.3 差分放大电路	91	5.1.2 虚短和虚断	130
3.3.1 差分放大电路的组成	91	5.2 比例运算电路	130
3.3.2 差分放大电路的输入方式和输出方式	91	5.2.1 反相比例运算电路	131
3.3.3 差模信号和共模信号	91	5.2.2 同相比例运算电路	131
3.3.4 差分放大电路的差模放大倍数和共模放大倍数	93	5.2.3 差分比例运算电路	132
3.4 互补功率放大电路	95	5.3 求和运算电路	133
3.4.1 晶体管的工作状态	95	5.3.1 反相输入比例求和电路	133
3.4.2 乙类互补输出电路	96	5.3.2 用反相输入比例求和电路实现减法运算	133
3.4.3 复合管	98	5.3.3 同相输入比例求和电路	134
3.5 运算放大器的参数和型号	99	5.4 积分和微分运算电路	135
3.5.1 运算放大器的符号和型号	99	5.4.1 积分运算电路	135
3.5.2 运算放大器的参数	99	5.4.2 微分运算电路	137
3.5.3 运算放大器的分类	101	5.5 对数和指数运算电路	138
3.5.4 运算放大器的选用原则	103	5.5.1 对数运算电路	138
3.6 模拟乘法器	103	5.5.2 指数运算电路	138
3.6.1 模拟乘法器的基本原理	104	5.6 模拟乘法器构成的运算电路	139
3.6.2 集成模拟乘法器	105	5.6.1 乘法运算电路	139
本章小结	106	5.6.2 除法运算电路	139
习题	107	5.6.3 开方运算电路	139
第4章 负反馈放大电路	110	5.7 其他运放线性应用电路	140
4.1 反馈的基本概念	110	5.7.1 电流-电压变换器和电压-电流变换器	140
4.1.1 反馈的概念	110	5.7.2 数据放大器	142
4.1.2 反馈的基本方程式	110	5.7.3 绝对值电路	143
4.2 反馈的组态及判断方法	112	5.7.4 接地阻抗模拟变换器	145
4.2.1 反馈组态的判断	112	5.7.5 有效值电路	146
4.2.2 四种反馈组态的判断	114	5.7.6 有源滤波器	146
4.3 负反馈对放大电路性能的影响	116	5.7.7 开关电容滤波器	150
4.3.1 负反馈对增益的影响	116	5.7.8 二极管限幅电路	151
4.3.2 负反馈对输入电阻的影响	117	本章小结	154
4.3.3 负反馈对输出电阻的影响	118	习题	155
4.3.4 负反馈对非线性失真的影响	120	第6章 集成振荡电路	160
4.3.5 负反馈对噪声、干扰和温漂的影响	121	6.1 概述	160
4.3.6 负反馈对通频带的影响	121	6.1.1 振荡电路的分类	160
4.4 负反馈放大电路自激的概念	123	6.1.2 正弦波振荡电路	160
本章小结	123		

6.2 选频网络	162	习题	178
6.2.1 RC 选频网络	162	第7章 直流电源	181
6.2.2 LC 选频网络	163	7.1 整流电路	181
6.3 RC 振荡电路	166	7.1.1 主要性能参数	182
6.3.1 RC 文氏桥振荡电路	166	7.1.2 单相半波整流电路	182
6.3.2 RC 文氏桥振荡电路的稳幅 电路	167	7.1.3 单相桥式整流电路	184
6.4 LC 正弦波振荡电路	167	7.2 滤波电路	186
6.4.1 变压器反馈式 LC 振荡电路	167	7.2.1 滤波的基本原理	186
6.4.2 三点式 LC 振荡电路	168	7.2.2 电容滤波电路	187
6.4.3 石英晶体振荡电路	169	7.2.3 电感滤波电路	189
6.5 非正弦波振荡电路	171	7.3 模拟稳压电源	191
6.5.1 集成比较器	171	7.3.1 稳压二极管稳压电路	191
6.5.2 矩形波发生电路	173	7.3.2 串联型稳压电源	193
6.5.3 三角波发生电路	174	7.3.3 三端集成稳压器	195
6.5.4 锯齿波发生电路	175	7.4 开关稳压电源简介	198
6.5.5 函数发生器简介	176	7.4.1 开关稳压电源的工作原理	198
6.5.6 压控振荡器简介	176	7.4.2 驱动电路的工作原理	199
本章小结	177	本章小结	200
		习题	201
第二篇 数字电子技术			
第8章 逻辑代数基础	209	8.5.2 与或型逻辑式的化简步骤	218
8.1 概述	209	8.6 最小项和最大项	220
8.1.1 脉冲及脉冲参数	209	8.6.1 最小项和最大项的定义	220
8.1.2 数字信号	210	8.6.2 最小项和最大项的性质	221
8.1.3 正逻辑和负逻辑	210	8.6.3 与或标准型和或与标准型	222
8.2 逻辑运算	211	8.7 卡诺图化简法	223
8.2.1 基本逻辑运算	211	8.7.1 卡诺图	223
8.2.2 组合逻辑运算	213	8.7.2 与项的读取和填写	224
8.2.3 逻辑代数的运算定律	214	8.7.3 如何使与项最简	227
8.3 形式定理	214	8.7.4 关于覆盖	228
8.3.1 变量与常量之间的关系	214	8.7.5 卡诺图化简的结论	228
8.3.2 变量自身之间的关系	215	8.8 逻辑函数的变换	230
8.3.3 与或型和或与型的逻辑关系	215	8.8.1 五种类型的逻辑函数	230
8.3.4 求反的逻辑关系	216	8.8.2 与或型转换为与非与非型	231
8.4 基本规则	216	8.8.3 与或型转换为或与型	231
8.4.1 代入规则	216	8.8.4 与或型转换为或非或非型	231
8.4.2 对偶规则	216	8.8.5 与或型转换为与或非型	232
8.4.3 反演规则	217	本章小结	232
8.5 用代数法化简逻辑式	217	习题	233
8.5.1 同一逻辑关系逻辑式形式的 多样性	218	第9章 集成逻辑门电路	236
		9.1 基本逻辑门和组合逻辑门	236

9.1.1 基本逻辑门	236	11.2.2 时钟触发器	303
9.1.2 组合逻辑门	238	11.2.3 触发器的参数	308
9.2 集成 TTL 门和 CMOS 门	240	11.3 555 定时器	310
9.2.1 TTL 与非门	241	11.3.1 555 定时器的工作原理	310
9.2.2 集电极开路门和三态门	242	11.3.2 单稳态触发器	312
9.2.3 CMOS 逻辑门	245	11.3.3 多谐振荡器	313
9.3 逻辑门的特性曲线和参数	249	11.3.4 施密特触发器	314
9.3.1 逻辑门的国标系列	249	本章小结	315
9.3.2 逻辑门的特性曲线	250	习题	315
9.3.3 逻辑门的参数	254	第 12 章 时序逻辑电路	319
9.3.4 逻辑门的参数规范标准	256	12.1 数码寄存器和移位寄存器	319
本章小结	261	12.1.1 数码寄存器	319
习题	262	12.1.2 移位寄存器	319
第 10 章 组合逻辑电路	265	12.2 时序逻辑电路的分析	322
10.1 常用数制和码制	265	12.2.1 同步时序逻辑电路的分析	322
10.1.1 常用数制	265	12.2.2 二进制同步计数器	325
10.1.2 常用编码	266	12.2.3 BCD2421 码同步计数器	327
10.2 加法电路	269	12.2.4 二进制异步计数器	329
10.2.1 半加器和全加器	269	12.3 中规模计数器	330
10.2.2 中规模 4 位全加器	272	12.3.1 2/10 和 2/16 进制可预置同步 加法计数器	331
10.2.3 组合逻辑电路的描述法	273	12.3.2 中规模异步计数器	333
10.3 译码器和编码器	274	* 12.3.3 中规模可逆计数器	335
10.3.1 二进制码译码器	274	12.4 序列脉冲发生器	339
10.3.2 显示译码器	277	12.4.1 一般计数器译码器型序列脉冲 发生器	339
10.3.3 编码器	280	12.4.2 一般计数器译码器型序列脉冲 发生器存在的问题	339
10.4 数据选择器	281	* 12.4.3 解决竞争冒险干扰的途径	341
10.4.1 数据选择器的功能	281	12.5 用中规模集成电路设计时序逻辑 电路	341
10.4.2 数据选择器的功能表和逻辑 符号	282	12.5.1 同步加法计数器计数进制的 改变	341
10.5 数码比较器	283	12.5.2 中规模异步计数器计数进制的 改变	344
10.5.1 数码比较器的逻辑功能	283	12.5.3 用移位寄存器设计序列脉冲 发生器	345
10.5.2 比较器的应用	285	12.5.4 用中规模移位寄存器设计串 行二进制加法电路	347
10.6 组合逻辑电路的设计	286	本章小结	348
10.6.1 用小规模集成门电路进行 设计	286	习题	349
10.6.2 用中规模集成电路进行设计	292	第 13 章 半导体存储器与可编程逻辑	
本章小结	296		
习题	297		
第 11 章 触发器和 555 定时器	300		
11.1 概述	300		
11.2 触发器	301		
11.2.1 基本 RS 触发器(门控触发器)	301		