



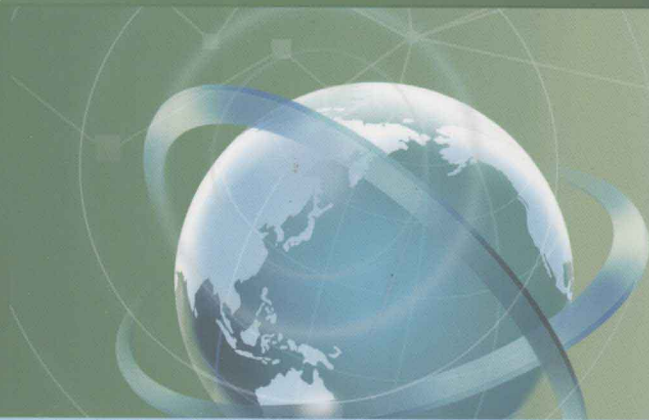
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模拟电子技术基础

第2版

西安交通大学电子学教研组 编

杨拴科 主编
赵进全 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模拟电子技术基础

Moni Dianzi Jishu Jichu

第2版

西安交通大学电子学教研组

杨拴科 马积勋 赵进全 徐正红 陈文洁

编

杨拴科 主 编

赵进全 副主编



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

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础/杨拴科主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2010.11

ISBN 978-7-04-030583-8

I. ①模… II. ①杨… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第184856号

策划编辑 韩颖 责任编辑 李葛平 封面设计 于涛 责任绘图 尹莉
版式设计 王莹 责任校对 王超 责任印制 张泽业

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

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 26.75
字 数 590 000

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.landrac.com>
<http://www.landrac.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003年1月第1版
2010年11月第2版
印 次 2010年11月第1次印刷
定 价 38.80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 30583-00

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在2003年出版的《模拟电子技术基础》(普通高等教育“十五”国家级规划教材)的基础上,参照“教育部电子电气基础课程教学指导分委员会”2005年颁布的“模拟电子技术基础”课程基本要求,总结西安交通大学电子学教研组多年教学实践经验修订而成的。

本次修订未改变原教材的体系,仍然遵循“器件”、“电路”、“应用”相结合,以器件、电路工作原理及分析方法为基础,电路及系统应用为目的的原则,体现“难点分散、引导入门、利于教学”的指导思想,保持我校电子技术基础教学“保基础、重实践、少而精”的传统。内容包括:绪言、半导体二极管及其应用、晶体管及放大电路基础、场效应管及其放大电路、集成运算放大器、反馈和负反馈放大电路、集成运放组成的运算电路、信号检测与处理电路、信号发生器、功率放大电路、直流稳压电源、在系统可编程模拟器件原理及其应用、PSpice软件及模拟电路仿真等。各章末有小结,并配有难易程度和数量都比较适当的思考题及习题。

本书可与西安交通大学张克农主编的《数字电子技术基础》(第2版)配套使用,作为高等学校电气信息、仪器仪表、电子信息科学类及其它相近专业本、专科生“电子技术基础”课程的教材或教学参考书,也可供相关工程技术人员参考。

第2版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在2003年出版的《模拟电子技术基础》(普通高等教育“十五”国家级规划教材)的基础上,参照“教育部电子电气基础课程教学指导分委员会”2005年颁布的“模拟电子技术基础”课程教学基本要求,总结西安交通大学电子学教研组多年教学实践经验修订而成的。

本次修订未改变原教材体系,仍然遵循“器件”、“电路”、“应用”相结合,以器件、电路工作原理及分析方法为基础,电路及系统应用为目的的原则,体现“难点分散、引导入门、利于教学”的指导思想,保持我校电子技术基础教学“保基础、重实践、少而精”的传统。

与第1版相比,本版教材内容上略有增加,具体变化如下:

1. 在第1~3章中加强了二极管、晶体管和场效应管外特性及参数的介绍,增加了一些有助于熟悉器件特性、巩固掌握放大电路分析方法的例题。

2. 在第4章中补充了差分电路传输特性的数学描述,增加了MOS管差分电路、电流源电路和CMOS共源放大电路。

3. 在第6章中补充了单极性ADC输入信号偏移及消除地线干扰的例题;修改了模拟乘法器的原理介绍,添加了吉尔伯特电路;讨论了运放单电源供电电路中的直流偏置问题。

4. 在第7章中增加了程控增益放大器、线性检波与采样-保持电路、开关电容滤波器原理及实用电路,补充了包含热敏电阻、电桥测温、比较器、晶体管开关、继电器、加热器等内容的实用温度控制电路。

5. 在第8~10章中增加了脉宽调制(PWM)波发生器、集成功放和开关稳压电源实用电路,补充了锁相环工作原理及其在频率合成器中的应用、变压器耦合功放、倍压整流电路原理等内容。

6. 为引导读者合理使用EDA工具分析电子电路,增加了一章PSpice软件及模拟电路仿真的内容,并在附录中介绍了常用半导体器件(二极管、晶体管、场效应管)的SPICE模型。

7. 删去了第11章中PAC-Designer软件开发以及附录中的EWB EDA软件相关内容。

书中打“*”号部分为选学内容,教师可根据具体要求、总学时数及学生水平情况灵活处理。删去这些内容不影响理论体系的完整性。

本书由杨拴科担任主编,负责提出修订大纲、组织修订和定稿工作,赵进全担任副主编。具体修订分工如下:马积勋修订第1章,杨拴科修订第2、4、5、11章,赵进全修订第3、7章,徐正红修订第6、9、12章,陈文洁修订第8、10章。修订过程中,西安交通大学电子学教研组杨建国、张克农、宁改娣、金印彬、刘涛等老师经常参加讨论,并提出了宝贵的意见。

西安电子科技大学国家级教学名师傅丰林教授审阅了本书的全稿,并提出了不少建设性的修改意见。对此,谨致以衷心的感谢。

现代电子技术发展日新月异,本书内容若有疏漏和错误,欢迎专家、学者、使用本书的教师、学生和工程技术人员提出意见和建议,以便今后不断改进。

编者
2010年4月

第 1 版前言

本书是根据西安交通大学电子学教研组几代人多年教学实践和经验,参照原国家教委 1995 年颁发的“高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求”(第一部分),结合新的课程体系和教学内容改革的需要编写而成的。本书与我校张克农主编的《数字电子技术基础》形成电子技术基础课程教材的姊妹篇,但内容相对独立,既可采用“先模拟后数字”,又可采用“先数字后模拟”的教学体系。

编写本书的指导思想是:

1. 本课程是入门性质的技术基础课程,教学内容的变革要符合“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的十六字方针,体现我校电子技术基础教学“保基础、重实践、少而精”的传统,以满足较少学时教学的需要。

2. 教材内容以集成电路为主,适当保留了作为电子电路基础的部分分立元件电路的重要内容。重点放在讨论各种基本放大电路及其分析方法、放大电路中的反馈、模拟集成电路及其应用等方面。

3. 重视电子器件的外特性以及各种集成电路的输入输出电路和特性;压缩电子器件以及各种集成电路内部的工作原理分析;通过经典的分立元件电路,介绍电子电路的基本分析方法;注重电子电路的组成及结构设计、分析,减少复杂数学公式,突出定性分析;适当引入系统概念。

4. 适当引入新概念、新器件、新技术,如电流模电路基础及电流模运放、低压差线性集成稳压器、精密基准电压源、可编程模拟器件及其应用、EWB EDA 软件等,便于学生了解电子技术的新发展。

书中打“*”号部分内容,教师可根据具体要求、总学时数及学生水平情况灵活处理。删去这些内容不影响理论体系的完整性。

本书的编写工作是在何金茂先生的指导下进行的,具体分工如下:马积勋编写第 1、2、3 章,赵进全编写第 7 章,徐正红编写第 6、9 章,杨拴科编写绪言、第 4、5、8、10、11 章和附录(EWB EDA 软件简介),并负责制订编写提纲和全书的统稿工作。编写过程中,西安交通大学电子与信息工程学院邓建国老师,电子学教研组杨建国、张克农、段军政、高歌、宁改娣等老师经常参加修改讨论,并提出了宝贵的意见。硕士研究生何卫锋同学为本书的编写做了不少工作。

西安电子科技大学国家电工电子教学基地主任孙肖子教授审阅了本书的全稿,并提出了不少建设性的修改意见。对此,谨致以衷心的感谢。

现代电子技术发展日新月异,本书内容若有疏漏和错误,欢迎专家、学者、使用本书的教师、学生和工程技术人员提出意见和建议,以便今后不断改进。

编者
2002 年 6 月

本书常用符号说明

1. 不同书写体的电压、电流、电阻之含意

(1) 电压和电流(以晶体管 B、E 之间的电压为例)

u_{BE} 小写字母,大写下标,表示含有直流量的瞬时总值

U_{BE} 大写字母,大写下标,表示直流量(或静态值)

u_{be} 小写字母,小写下标,表示交流瞬时值

U_{be} 大写字母,小写下标,表示交流分量有效值

\dot{U}_{be} 交流量的复数表示形式

ΔU_{BE} 表示直流变化量

Δu_{BE} 表示瞬时值的变化量

(2) 电阻

R 电路的电阻或等效电阻

r 器件内部的等效电阻

2. 基本符号

(1) 电压和电流

I, i 电流通用符号

U, u 电压通用符号

i_f, u_f 反馈电流、电压

i_i, u_i 交流输入电流、电压

i_o, u_o 交流输出电流、电压

I_Q, U_Q 电流、电压的静态值

u_{ic} 共模输入电压

(2) 功率

P 功率通用符号

p 瞬时功率

P_o 电路输出功率

u_{id} 差模输入电压

u_s 信号源电压

V_{CC} 集电极直流供电电源电压

V_{EE} 发射极直流供电电源电压

V_{DD} 漏极直流供电电源电压

U_{OH} 比较器输出高电平

U_{OL} 比较器输出低电平

P_{om} 电路最大输出功率

P_T 晶体管的耗散功率

P_V 电源供给的功率

(3) 频率

f 频率通用符号

ω 角频率通用符号

f_c 滤波器的截止频率

f_0 振荡频率

f_o 中心频率

(4) 电阻、电导、电容、电感

R 电阻的通用符号

R_i 电路的输入电阻

R_o 电路的输出电阻

R_{id} 差模输入电阻

R_{ic} 共模输入电阻

R_{if} 有反馈时电路的输入电阻

R_{of} 有反馈时电路的输出电阻

(5) 增益或放大倍数

A 增益或放大倍数的通用符号

A_u 电压放大倍数的通用符号

A_i 电流放大倍数的通用符号

A_r 互阻增益的通用符号

A_g 互导增益的通用符号

A_{us} 考虑信号源内阻时的电压放大倍数

\dot{A}_{uH} 高频电压放大倍数的复数量

f_{BW} 通频带

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

f_{BWG} 单位增益带宽

$s = \sigma + j\omega$ 复频

R_s 信号源内阻

R_L 负载电阻

G 电导的通用符号

X 电抗的通用符号

Z 阻抗的通用符号

L 电感的通用符号

C 电容的通用符号

\dot{A}_{uL} 低频电压放大倍数的复数量

A_{um} 中频电压放大倍数

A_f 闭环增益的通用符号

A_{uf} 闭环电压放大倍数

A_{ud} 差模电压放大倍数

A_{uc} 共模电压放大倍数

3. 器件符号及参数

(1) 二极管

D 二极管

D_Z 稳压管

I_S 反向饱和电流

I_F 最大整流电流

I_R 反向电流

I_Z 稳压管工作电流

R_D 二极管直流等效电阻

r_d 二极管动态电阻

r_Z 稳压管动态电阻

C_B 势垒电容

C_D 扩散电容

C_j 结电容

U_Z 稳压管的稳定电压

U_T 热电压

$U_{(BR)}$ 反向击穿电压

U_R 最高反向工作电压

f_M 最高工作频率

(2) 晶体管

T 晶体管

E、e 发射极

B、b 基极

C、c 集电极

I_{CBO} 发射极开路时的集电结反向电流

I_{CEO} 基极开路时,集电极与发射极之间的穿透电流

I_{CM} 集电极最大允许电流

U_{CES} 集电极发射极之间的饱和电压

$U_{(BR)CBO}$ 发射极开路时的集电极击穿电压

$U_{(BR)CEO}$ 基极开路时,集电极与发射极之间的击穿电压

$U_{(BR)CES}$ 基极发射极短路时,集电极与发射极之间的击穿电压

(3) 场效应管

T 场效应管

S、s 源极

G、g 栅极

D、d 漏极

C_{gs} 栅极与源极之间的电容

C_{gd} 栅极与漏极之间的电容

C_{ds} 漏极与源极之间的电容

(4) 运算放大器

A 集成运放

A_{uo} 开环电压放大倍数

I_{IO} 输入失调电流

U_{IO} 输入失调电压

K_{CMR} 共模抑制比

$U_{(BR)CER}$ 基极发射极之间加电阻时,集电极与发射极之间的击穿电压

U_A 厄尔利电压

P_{CM} 集电极允许的最大耗散功率

g_m 跨导

β 共射极接法(交流)电流放大系数

α 共基极接法(交流)电流放大系数

$\bar{\beta}$ 共射极接法直流电流放大系数

$\bar{\alpha}$ 共基极接法直流电流放大系数

f_β 共射极电流放大系数的上限截止频率

f_α 共基极电流放大系数的上限截止频率

f_T 特征频率(双极型)

$r_{bb'}$ 基区体电阻

r_{be} 输入电阻

I_{DSS} 耗尽型管子 $U_{GS}=0$ 时的漏极电流

I_{DSM} 最大漏极电流

P_{DSM} 漏极最大允许耗散功率

$U_{GS(off)}$ 夹断电压

$U_{GS(th)}$ 开启电压

$U_{(BR)DS}$ 漏极与源极之间的击穿电压

$U_{(BR)GS}$ 栅极与源极之间的击穿电压

S_R 转换速率(压摆率)

U_{ICM} 最大共模输入电压

U_{IDM} 最大差模输入电压

r_{id} 差模输入电阻

r_{ic} 共模输入电阻

4. 其它符号

η 效率

τ 时间常数

Q 静态工作点,电路的品质因数

F 反馈系数

$D=1+AF$ 反馈深度

$\dot{U}(j\omega) = U(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$ 正弦电压复数值

$U(s)$ 电压的拉氏变换

$A(s)$ 传递函数

φ 相位角

T 温度、周期

M 互感

γ 纹波系数

S_r 稳压系数

S_u 电压调整率

S_i 电流调整率

S_T 输出电压的温度系数

目 录

绪言	1	2.1.3 晶体管共射极接法的伏安特性 曲线	36
0.1 什么是电子技术	1	2.1.4 晶体管的主要电参数	38
0.2 本课程的性质、任务和重点内容	3	2.1.5 温度对晶体管参数的影响	40
0.3 本课程的特点和学习方法	4	2.2 共射极放大电路的组成和工作 原理	41
第1章 半导体二极管及其应用	7	2.2.1 放大电路概述	41
1.1 PN结	7	2.2.2 共射极放大电路的组成及其工作 原理	45
1.1.1 PN结的形成	7	2.3 放大电路的静态分析	46
1.1.2 PN结的单向导电性	10	2.3.1 图解法在放大电路静态分析中的 应用	46
1.1.3 PN结电压与电流的关系	11	2.3.2 估算法在放大电路静态分析中的 应用	48
1.1.4 PN结的反向击穿	12	2.4 放大电路的动态分析	48
1.1.5 PN结的电容效应	12	2.4.1 图解法在放大电路动态分析中的 应用	48
1.2 半导体二极管	14	2.4.2 微变等效电路法在放大电路动态 分析中的应用	51
1.2.1 半导体二极管的结构和类型	14	2.5 静态工作点的选择和稳定	57
1.2.2 半导体二极管的伏安特性	14	2.5.1 静态工作点的选择	57
1.2.3 温度对半导体二极管特性的影响	16	2.5.2 静态工作点的稳定	58
1.2.4 半导体二极管的主要电参数	16	2.5.3 负反馈在静态工作点稳定中的 应用	59
1.2.5 半导体二极管的模型	17	2.6 共集电极放大电路和共基极放大 电路	62
1.3 半导体二极管的应用	19	2.6.1 共集电极放大电路	62
1.3.1 在整流电路中的应用	19	2.6.2 共基极放大电路	66
1.3.2 在检波电路中的应用	20	2.6.3 三种基本放大电路性能比较	68
1.3.3 限幅电路	21	2.7 多级放大电路	68
1.4 特种二极管	21	2.7.1 多级放大电路的组成	69
1.4.1 硅稳压二极管	21		
1.4.2 变容二极管	25		
本章小结	26		
思考题及习题	26		
第2章 晶体管及放大电路基础	31		
2.1 晶体管	31		
2.1.1 晶体管的结构	31		
2.1.2 晶体管的工作原理	31		

2.7.2 多级放大电路中的耦合方式	69	4.2 双极型集成运放	127
2.7.3 多级放大电路的计算	72	4.2.1 典型差分放大电路	127
2.8 放大电路的频率特性	74	4.2.2 带恒流源的差分放大电路	133
2.8.1 频率响应和频率失真	74	4.2.3 差分放大电路的传输特性	134
2.8.2 放大电路的频率响应和瞬态响应	75	4.2.4 电流源电路	136
2.8.3 晶体管的高频特性	76	4.2.5 复合管电路	139
2.8.4 单管共射极放大电路的频率响应	80	4.2.6 互补推挽放大电路	140
2.8.5 放大电路的增益带宽积	86	4.2.7 双极型通用运放简化电路	141
2.8.6 多级放大电路的频率响应	86	4.3 CMOS 集成运放	143
本章小结	87	4.3.1 MC14573 电路结构	143
思考题及习题	88	4.3.2 MC14573 电路原理分析	143
附录 2.1 密勒定理	95	4.4 运放的主要参数及简化低频等效 电路	146
第 3 章 场效应管及其放大电路	97	4.4.1 交流参数	147
3.1 结型场效应管	97	4.4.2 直流参数	149
3.1.1 结型场效应管的结构和类型	97	4.4.3 简化低频等效电路	151
3.1.2 结型场效应管的工作原理	98	*4.5 其它集成运放	151
3.1.3 结型场效应管的伏安特性	100	4.5.1 几种特殊用途的运放简介	151
3.2 绝缘栅型场效应管	102	4.5.2 跨导运放	153
3.2.1 增强型 MOS 管	102	4.5.3 电流模运放	154
3.2.2 耗尽型 MOS 管	106	本章小结	159
3.2.3 MOS 场效应管使用注意事项	108	思考题及习题	160
3.3 场效应管的参数和小信号模型	108	第 5 章 反馈和负反馈放大电路	165
3.3.1 场效应管的主要电参数	108	5.1 反馈的基本概念及类型	165
3.3.2 场效应管的小信号模型	110	5.1.1 反馈的基本概念	166
3.3.3 场效应管与晶体管的比较	111	5.1.2 负反馈放大电路的四种基本 类型	168
3.4 场效应管放大电路	112	5.1.3 负反馈放大电路举例	171
3.4.1 场效应管偏置电路及其静态 分析	112	5.1.4 负反馈放大电路的一般表达式	175
3.4.2 场效应管放大电路动态分析	115	5.2 负反馈对放大电路性能的 影响	178
本章小结	119	5.2.1 提高放大倍数的稳定性	178
思考题及习题	120	5.2.2 扩展通频带	178
第 4 章 集成运算放大器	124	5.2.3 减小非线性失真	180
4.1 集成运放概述	124	5.2.4 抑制反馈环内的干扰和噪声	180
4.1.1 集成电路中元器件的特点	124	5.2.5 对输入电阻和输出电阻的影响	181
4.1.2 集成运放的典型结构	125	5.2.6 正确引入反馈	185
4.1.3 集成运放的符号及电压传输 特性	126		

5.3 负反馈放大电路的分析及近似计算	185	第7章 信号检测与处理电路	232
5.3.1 深度负反馈放大电路近似计算的一般方法	185	7.1 电子系统概述	232
5.3.2 电压模运算放大器组成的反馈电路	186	7.2 信号检测系统中的放大电路	233
5.3.3 分立元件组成的反馈电路	189	7.2.1 测量放大器	233
*5.3.4 电流模运算放大器的闭环特性	191	7.2.2 隔离放大器	236
5.4 负反馈放大电路的自激振荡及消除	193	7.2.3 程控增益放大器	240
5.4.1 负反馈放大电路的自激振荡条件	193	7.3 有源滤波器	241
5.4.2 负反馈放大电路的稳定性	194	7.3.1 滤波器的基础知识	241
5.4.3 消除自激振荡的方法	196	7.3.2 低通有源滤波器	242
本章小结	198	7.3.3 高通有源滤波器	246
思考题及习题	198	7.3.4 带通和带阻有源滤波器	248
第6章 集成运放组成的运算电路	202	*7.3.5 开关电容滤波器	252
6.1 基本运算电路	202	7.4 线性检波与采样-保持电路	257
6.1.1 加法运算	202	7.4.1 线性检波电路	257
6.1.2 减法运算	205	7.4.2 采样-保持电路	259
6.1.3 积分运算	206	7.5 电压比较器	261
6.1.4 微分运算	208	7.5.1 单门限电压比较器	261
6.2 对数和反对数运算电路	209	7.5.2 多门限电压比较器	264
6.2.1 对数运算	209	7.5.3 集成电压比较器	267
6.2.2 反对数运算	210	本章小结	270
6.3 模拟乘法器及其应用	210	思考题及习题	270
6.3.1 乘法器的工作原理	210	第8章 信号发生器	275
6.3.2 乘法器应用电路	214	8.1 正弦波信号发生器	275
6.4 集成运放使用中的几个问题	217	8.1.1 正弦波自激振荡的基本原理	276
6.4.1 选型	217	8.1.2 RC型正弦波信号发生器	277
6.4.2 调零	217	8.1.3 LC型正弦波信号发生器	281
6.4.3 消振及供电电源的去耦	218	8.1.4 晶体振荡器	287
6.4.4 输入及输出保护	219	8.2 非正弦信号发生器	290
6.4.5 运放单电源供电电路	219	8.2.1 方波发生器	290
*6.4.6 运算电路的误差分析	222	8.2.2 三角波和锯齿波发生器	291
本章小结	225	*8.2.3 脉宽调制波发生器	293
思考题及习题	226	8.2.4 压控振荡器	295
		*8.3 锁相环及其在频率合成器中的应用	298
		8.3.1 锁相环的基本结构	298
		8.3.2 锁相环的工作过程	300
		8.3.3 锁相环的特性及其应用	301

本章小结	303
思考题及习题	304
第 9 章 功率放大电路	309
9.1 功率放大电路的特点及分类	309
9.2 互补推挽功率放大电路	311
9.2.1 乙类互补推挽功率放大电路	311
9.2.2 甲乙类互补推挽功率放大电路	314
9.2.3 单电源功率放大电路	316
9.2.4 前置级为运放的功率放大电路	317
*9.2.5 变压器耦合功率放大电路	317
9.3 集成功率放大器	319
*9.4 功率器件与散热	322
9.4.1 双极型功率晶体管(BJT)	322
9.4.2 功率 MOSFET	323
9.4.3 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)	324
9.4.4 功率器件的散热	325
本章小结	326
思考题及习题	327
第 10 章 直流稳压电源	330
10.1 概述	330
10.2 单相整流及电容滤波电路	331
10.2.1 单相桥式整流电路的主要性能指标	331
10.2.2 电容滤波电路	333
*10.3 倍压整流电路	337
10.4 串联反馈型线性稳压电路	338
10.4.1 稳压电路的功能和性能指标	338
10.4.2 串联反馈型线性稳压电路的工作原理	339
10.4.3 高精度基准电压源	343
10.4.4 集成三端稳压器	344
10.4.5 高效率低压差线性集成稳压器	347
*10.5 开关型稳压电路	349
10.5.1 降压型开关稳压电路	350
10.5.2 开关稳压电源实用电路	352
本章小结	354
思考题及习题	354

*第 11 章 在系统可编程模拟器件原理及其应用	359
11.1 概述	359
11.2 在系统可编程模拟器件的结构及原理	360
11.2.1 ispPAC10 的结构和原理	360
11.2.2 ispPAC20 的结构和原理	365
11.3 在系统可编程模拟器件的应用电路	367
11.3.1 放大电路设计	367
11.3.2 滤波电路设计	371
11.3.3 数据采集系统中的信号调理电路设计	374
本章小结	375
思考题及习题	376
第 12 章 PSpice 软件及模拟电路仿真	377
12.1 PSpice 软件及其使用方法	377
12.1.1 Capture CIS 软件的电路及元器件描述	377
12.1.2 PSpice A/D 软件的分析功能简介	379
12.1.3 PSpice A/D 软件的使用方法介绍	380
12.2 基本单元电路 PSpice 仿真	382
12.2.1 晶体管放大电路仿真	382
12.2.2 结型场效应管放大电路仿真	386
12.2.3 差分放大电路仿真	388
12.2.4 多级放大电路及负反馈电路仿真	391
12.2.5 互补推挽功率放大电路仿真	392
12.3 运算放大器应用电路 PSpice 仿真	394
12.3.1 混音电路仿真	394
12.3.2 迟滞比较器电路仿真	396
12.3.3 方波和三角波发生电路仿真	397
本章小结	399
思考题及习题	400

附录 常用半导体器件的 SPICE 模型 ...	401	F.3 场效应管模型	404
F.1 二极管模型	401	参考文献	407
F.2 晶体管模型	402		

绪 言

近几十年来,电子技术发展非常迅速,应用也越来越广泛,目前已经成为现代科学技术的一个重要组成部分。那么,究竟什么是电子技术?电子技术基础课程的性质、任务以及教学内容的重点又是什么?它与以前学过的课程相比有哪些特点?怎样学习本课程?这就是绪言中要讨论的几个问题。

0.1 什么是电子技术

简单地讲,电子技术就是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。为了使读者对电子技术有一个概貌性的了解,下面对电子器件、电子电路及其应用作一简要介绍。

1. 电子器件

最早的电子器件是电子管(electron tube),也称为真空管(vacuum tube)。电子管有密封的管壳,内部抽到高真空。例如,在热阴极电子管中,有一个阴极,它可由灯丝加热,使温度升高,发射出电子。这些电子受外加电场和磁场的影响,在真空中运动就形成了电子管中的电流。离子管(ion tube)是与电子管类似的一种电子器件。它们也要抽成高真空,然后再充以适当的气体,所以也称为充气管(gas-filled tube)。这类管子中的电流,除了电子外,正离子也起着作用,因此称为离子管。电子管和离子管都属于电真空器件,是电子器件的第一代。

第二代电子器件是晶体管(transistor),它们是用半导体材料制成的,也称为半导体器件(semiconductor device)或者固体器件(solidstate device)。这类管子具有体积小、重量轻、寿命长、功耗低等优点,在许多电子设备中已经取代了电子管。然而,半导体器件也有它的弱点,例如过载能力较差,受温度变化的影响较大,外加电压不能太高等。因此,半导体器件不可能完全代替电子管。电子管在某些场合仍然发挥着它的优势,例如电视机中的显像管、电子示波器中的示波管,目前还是采用电子管。

2. 电子电路

电子器件与常用的电阻器、电感器、电容器、变压器、开关等元件适当地连接起来所组成的电路,就称为电子电路。它具有控制方便、工作灵敏、响应速度快等特点。电子电路与普通电路的区别,在于电子电路包含有电子器件,而这些器件有时工作非线性区域,就必须采用非线性电路的分析方法来分析电子电路。

由各种单个的电子器件和元件构成的电路称为分立电路(discrete circuit)。分立电路通常是