



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



模拟电子 技术基础

- 主 编 王 远
- 副主编 张玉平

第3版



机械工业出版社
CHINA MACHINE 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

第 3 版

主 编 王 远

副主编 张玉平

参 编 郝艾芳 肖 烜 刘 伟



机械工业出版社

本书第3版的编者参考了教育部高等学校电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会2004年制定的“模拟电子技术基础课程教学基本要求(修订稿)”,结合教学实践经验和第2版的使用情况,对全书进行了认真的修改和补充。全书仍以集成电路为主,保留了作为分立和集成电路共同基础的重要内容。主要的变化有:①把双极型和场效应晶体管及其组成的放大电路分别紧密结合成章。②把功率放大电路的内容提前,从第2章到第5章集中讲授各种基本放大电路,体现出内容的“主线”。③在第11章中增加了新技术和新器件,在其他各章中也增加了一些新内容,拓宽了知识面。④删去了第2版中“调制和解调”一章。⑤调整了习题,使读者能更好地巩固掌握所学基本概念和基础内容。

全书共分11章,分别为:半导体基础和二极管,双极型晶体管三极管和基本放大电路,场效应晶体管和基本放大电路,多级放大电路和集成运算放大电路,功率放大电路,放大电路的频率响应,放大电路中的反馈,集成运算放大电路的线性应用,波形发生电路和集成运放的非线性应用,直流电源,EDA技术与可编程序模拟器件。

本书可与北京理工大学李庆常主编的《数字电子技术基础(第3版)》配套使用,作为高等学校电气信息类、电子信息类及其他相近专业本科生教材,也可供有关工程技术人员自学和参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础/王远主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2007.6(2008.2重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-111-04210-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第074396号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:卢若薇 版式设计:冉晓华 责任校对:陈延翔
封面设计:张静 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷
2008年2月第3版第2次印刷
184mm×260mm·23.5印张·582千字
标准书号:ISBN 978-7-111-04210-5
定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294
购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010)88379727
封面无防伪标均为盗版

第3版前言

本书第2版自2000年10月出版以来,至今将近六年。在此期间,曾先后印刷8次,并于2002年被教育部评为全国普通高等学校优秀教材,又于2006年6月被列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。对此种种,编者深受鼓舞,并益感责任之重大。

这次修订,首先是根据本课程的正式名称在教材书名上增加了“基础”二字。其次是根据技术基础课应完成的教学任务和第2版教材出版以来的使用情况,本着教材内容应“与时俱进”的精神,经编者多次集体讨论,逐渐形成了修改的主要原则:

1. 进一步加强基础,突出教材内容的主线——讲述各种基本放大电路的组成原则、分析方法和性能特点。为此,调整各章的顺序,把原来处于相对滞后且略显孤立的功率放大电路一章提前,以第2~5章一气呵成,形成了教材内容的主线。

2. 增加了用PSpice软件进行电子电路分析和设计以及可编程模拟器件的内容,重点放在适当介绍新技术和新方法的设计思路和实际应用。在加强基础和引进新内容的关系上,也有“着力”和“适当”的区别。

3. 调整各章的习题,适当去掉一些较难的,增加一些有助于牢固掌握本课程基本概念和基本内容的。我们认为这种做法是切合当前教学实际的。

此外,结合教材第2版的使用情况,经过集体讨论,把原来集中在第1章的讲述各种半导体器件的内容加以分散,改为每一种半导体器件与其相应的放大电路在一起讲述。又根据最近修订的课程教学基本要求以及一些通行的做法,删除了第2版教材的第10章“调制和解调”。

本书由北京理工大学王远和张玉平分别担任主编和副主编,负责提出修订原则、组织修订和定稿等工作。各章的具体修改全部由北京理工大学的教师担任:郝艾芳(第1、2、3、4章)、肖烜(第5、6、8、9章)、张玉平(第7、10章)、刘伟(第11章)。

北京科技大学杨世成教授和北京理工大学赵金声教授对本书进行了全面认真的审读,编者对他们表示衷心的感谢。

希望本书能为电子技术基础课程的教学以及有关人员的自学和参考作出更大的贡献。我们热诚欢迎使用者和同行们对第3版中的错误、缺点和如何进一步修改提出意见和建议。

编者

2007年4月

第2版前言

本教材自1993年经修订并改由机械工业出版社出版以来,已经7年。在此期间,本教材被评为机械部第三届优秀教材二等奖,使用本教材的高等院校也进一步增加。编者利用一切可能的机会认真征求和听取了使用者的意见,特别是在1998年3月(在北京)召开的协作组教材修订工作会议上,又比较集中地讨论了使用情况。在此基础上,提出了此次修订教材应在保持整体结构变动不大的原则下,增删和改写部分内容,使教材进一步做到:

1. 符合课程教学基本要求。
2. 内容精练,叙述严密,可读性强,便于教学使用。
3. 适当反映电子技术新发展。
4. 尽可能联系实际。
5. 适当加强与先修和后续课程(如电路、自动控制理论)的联系。
6. 统一和完善全书的文字和图形符号。

和前一版相比,此次修订后的教材有如下变化:

1. 改正了一些明显的错误和叙述不够精确的地方,删除了各章之间不必要的重复。

2. 根据修订后的“课程教学基本要求”和电子技术的发展,适当增加或加强了一些内容,如组合放大单元电路、集成运放的频率响应、干扰和噪声、反馈放大电路的框图分析法、变跨导式模拟乘法电路、无工频变压器开关稳压电源、调制和解调等。考虑到学时数的限制,有些内容(和习题)定为选学(选做),并用*号表示。

3. 在引出晶体管微变等效模型及其参数、在讲述频率响应和反馈放大电路的稳定性问题时,适当注意与电路、自动控制理论等课程的联系。

4. 进一步统一和完善了全书的分析方法和文字符号,注意区分相量和复量的符号。

5. 适当增加和精选了各章的例题和习题,新的习题约占全部习题数的40%。

6. 根据使用意见和教学上的考虑,把二极管、双极型和单极型晶体管、集成电路合并为第1章“半导体器件”;把整流、滤波、稳压电路归入第9章“直流电源”;增加第10章“调制与解调”。

根据协作组的意见，为了加速教师队伍的成长和扩大教材的使用范围，决定：

1. 本书仍由北京理工大学王远任主编，负责修订版的组织、修改、统一和定稿，但不参加具体编写。南京理工大学周连贵教授对修订工作提出了重要建议。

2. 各章的编写分工如下：洛阳工学院刘跃敏（第1、3章），江苏理工大学成立（第2、8章），南京理工大学朱蓉（第4、5章），上海理工大学周贻洁（第6、7章），太原重型机械学院王皖贞（第9、10章）。

热诚欢迎专家、学者、使用本书的广大教师、工程技术人员和学生对本教材提出意见和建议，指出存在的错误和缺点。

编者

1999年6月

第1版前言

一、编写目的和要求

本书是机械电子工业部高等学校电子技术基础课程协作组组织编写的电子技术基础系列教材之一。

自本世纪70年代末至今,在国内高等学校电类和自动化类专业电子技术基础课程方面已经出版了几套教材。这些教材的使用范围广,一般已经过多次修订,深受广大教师和学生的欢迎,有的已荣获国家级奖励。在这种情况下,还有必要在同一门课程上再来编写新的教材吗?如果要编写,其特色又应该是什么?这是首先要回答的问题。

在同一门课程上,应该允许和鼓励教师编写不同风格的教材,有的内容详尽而完备,有的剪裁得宜而精练,这样才能做到百花齐放,相得益彰。多年来,国家教委工科电子技术课程教学指导小组正是这样做的。此其一。再者,在多年的教学实践中,不少教师的共同感受是:在电子技术基础这门课程上,内容与学时的矛盾一直很尖锐。现有的某些教材编写水平很高,但篇幅失之过大,使教与学都感到不便。因此,编写一本内容精练,篇幅不大,而又能较好满足教学基本要求的教材,就是大家共同的心愿。但是,要实现这一愿望又谈何容易。这里既有客观上的实际困难,又有主观上的学术水平和教学经验的不足。

根据协作组的研究决定,要求参加协作组的各院校通力合作,编写一套符合上述要求的教材,并委托我们几所院校合作编写其中的《模拟电子技术》。我们勉为其难,试挑重担,中心惴惴,无时或已。

在1989年11月协作组召开的教材编写大纲讨论会上,由我们提出并经与会同志修改补充,形成了如下的编写指导思想:

1. 力求少而精,在“精练”上取胜。要精选内容,优选讲法,以符合教学基本要求为准。

2. 本课程是电子技术方面入门性的技术基础课,要确保基础,决不贪多,坚持“伤其十指,不如断其一指”的原则。根据教学实践的经验,模拟电子技术有一个“入门难”的问题。为此要分散难点,同时在教学方法上调动一切手段来解决这个问题。

3. 因为是“技术”基础课,就要理论联系实际,学以致用,使学生建立工程观点、实际观点。在教材中要有意识地逐步培养学生的读图能力和分析问题、

解决问题的能力，把完成习题看成是一种重要的实践环节。

4. 正确处理传统和先进内容之间的关系。本书是以介绍集成电路为主，同时又保留了一定篇幅的、作为分立和集成电路共同基础的重要内容。可以说，不掌握一定的分立电路基础，也无法学好集成电路。

5. 既要博采众长，善于学习，又要认真总结自己的教学经验，在教学法上下功夫，把书写成“教材”，写出特色，而不是材料的堆砌。

6. 本课程的特点是内容广泛，线路众多。就事论事，就线路讲线路，是编写这类教材之大忌。要重在突出事物的规律，而不单纯追求所讲线路之多少，这样才有可能使学生达到“举一反三”的境界。

二、主要内容和讲授时数

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的技术科学。

就电子器件和电子电路所处理的信号来说，电子技术可分为“模拟”和“数字”两大类。在模拟电子技术的范围内，电子器件和电子电路所处理、放大和变换的信号（电压或电流）都是时间的连续函数，即所谓模拟信号（analog signal），“模拟”指的是主要以电压或电流的大小来表示（或模拟）信号的实际变化。

本书共8章，可以划分为几个部分：

从第1章到第4章是学习电子技术的重要基础，必须教好学好。为此，要在教学进度上、在各种教学环节的配合上想办法。鉴于这是入门性的课程，又有难点集中在前造成“入门难”的特点，我们建议这门课的教学进度应该从前往后逐渐加快。为了分散难点，我们把半导体二极管和三极管分章介绍，并把多级放大电路和频率响应独立成章。为了做到理论联系实际，学以致用，也为了给后面的内容作准备，我们在第1章就介绍二极管电路的应用。

从第5章到第7章集中介绍了模拟电子技术的重点和难点——反馈，以及集成电路运算放大器的线性和非线性应用。集成电路运算放大器是模拟集成电路的主要类型，而它的各种应用电路就是由它加上不同类型的反馈而组成的。

由于功率放大电路有其重要性和特殊性，而且也是放大电路的基本形式之一，我们还是用一章的篇幅（第8章）来介绍它。

本书以讲授各种形式的基本电子电路及其分析方法为主。掌握了这些内容，再通过其他实践性教学环节的配合，学生应该有能力去分析和构筑各种具体的电子设备。这也是“重在基础”精神在本书编写中的体现。小功率直流稳压电源是由各种基本电子电路组合而成的，因此，在本书中并不为此单独设章，而是把它的各个组成部分分散到有关的章节中去。

讲授本书所需的总学时约为65，其中各章的学时数建议分配如下：

章号 1 2 3 4 5 6 7 8

学时 8 16 8 4 8 8 7 6

三、本书的出版情况

本书先以胶印本（送审稿）的形式，于1990年提交给协作组召开的审稿会。会上对书稿进行了认真细致的集体审查，在充分肯定其成绩和特色的基础上，提出了不少建设性的和中肯的意见。在随后的半年中，本书的送审稿在华东工学院和北京理工大学两校的班级中试用。同时，本书主编又根据编写指导原则、审稿会和试用的意见，进行了全面的修改和定稿工作，并于1991年11月首次正式出版。

首次出版两年多以来，经三十多所高等学校使用，普遍反映较好。在协作组的组织下，采用多种形式认真而广泛地收集了教师和学生的意见，有的学校还为此印出了材料。这次我们根据本课程指导小组1993年6月新修订的教学基本要求、关于文字图形符号的新国家标准以及广大使用者的意见和建议，对教材进行了修订，并在1993年10月协作组领导小组会议上决定由机械工业出版社出版。

本书的修订工作包括：

1. 根据新修订的教学基本要求，增写了一些内容，更加注意突出以集成电路为主的要求。
2. 本着尽可能精练的原则，大力删除了各章中以及章与章之间不必要的重复，文字叙述上不必要的繁琐，和一些可有可无的内容。
3. 根据使用者的意见，在可能的条件下，增加了一些联系实际应用的内容（例如，集成运放应用电路实例）。
4. 改正了一些明显的错误和叙述上不妥之处，舍弃了不易为读者接受的讲法。
5. 根据新的国家标准，对教材中使用的文字符号和图形符号进行了认真的检查修改，并注意全书的统一。在名词术语上也尽量做到明确、精练、规范化，减少不必要的混淆。

本书的修订工作是由北京理工大学王远（第5~8章）和赵金声（第1~4章）负责完成的。我们希望本书重新出版后能保持原有优点，改正已发现的错误和缺点，更加有利于教学，为本课程的教材建设进一步作出贡献。由于编者水平的限制，加之本教材使用时间还不长，以及修订时间的仓促，书中肯定还有不少缺点和错误，欢迎使用本书的广大教师和学生不断向我们坦率提出。

参加本书首版编写的有：北京理工大学赵金声（第1章和第2章的2.4~2.6），华东工学院周连贵（第3、4章），北京理工大学王远（前言，第2章的

2.1~2.3, 第5、6章), 陕西机械学院朱万群(第7、8章)。本书由王远任主编, 负责全书的组织、修改和定稿。吉林工业大学王万树教授担任本书首版的主审, 他对书稿进行逐字逐句非常认真负责的审查, 写出了详尽的审稿意见, 给了编写者以很大的启迪和帮助。

编者

1993年12月于北京

关于本书所用部分文字、图形符号的说明

1. 电压、电流中直流分量、交流分量、总量的表示（以晶体管基极电流为例）

直流分量： I_B ，文字符号和下标均用大写英文字母表示。

交流分量：瞬时值 i_b ，文字符号和下标均用小写英文字母表示；有效值 I_b 、最大值 I_{bm} ，文字符号用大写，下标用小写。

交直流总量： i_B ，文字符号用小写，下标用大写。

2. 电位、电位差（电压）和电动势的表示

(1) 放大电路中直流电源电压用文字符号 V ，下标用双重大写英文字母，如集电极直流电源电压 V_{CC} ，射极直流电源电压 V_{EE} 。

(2) 端点对地电压用文字符号 U 或 u ，下标用单个文字，如 U_B ；两端点之间的电位差（或电压）用文字符号 U 或 u ，下标用双重字母，如 U_{CB} 表示 C 端与 B 端之间的电位差或电压。

(3) 电动势用文字符号 E 表示。

3. 放大电路输入量和输出量的表示

放大电路输入量和输出量的情况比较复杂。如为直流量（或缓变量），文字符号及下标用大写的英文字母表示，如 U_i 、 U_o ；如为交流量，文字符号及下标用小写的英文字母表示，如 u_i 、 u_o ；在一般情况下，既可能有直流分量，又可能有交流分量，则文字符号用小写英文字母，下标用大写英文字母，如 u_i 、 u_o 。对线性放大电路和运算电路，一律用正弦量为典型输入。此时，输入量和输出量用相量或有效值表示，文字符号用大写英文字母，下标用小写英文字母，如 \dot{U}_i 、 \dot{U}_o 或 U_i 、 U_o 。

4. 复量（矢量）和相量的表示

复量的文字符号用黑斜体，如 Z （阻抗）、 A （放大倍数或增益）。复量的模或幅值的文字符号用明体，如 Z 、 A 。频率特性是复量，表示为 $A(j\omega)$ ，其幅值表示为 $|A(j\omega)|$ 或 $A(\omega)$ （其中 A 用明体）。

正弦量可用相量表示。相量是复量的特殊形式，是时间的函数，其文字符号用大写英文字母（明体）上加黑点·表示，如 \dot{U} 、 \dot{i} 。

5. 放大倍数（增益）的表示

对线性电路，用输出量与输入量的相量或有效值之比表示，文字符号用大写英文字母，

下标用小写，如 $A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ （复量）或 $A_u = \frac{U_o}{U_i}$ （标量）。

对非线性电路，如 $u_1 = 0$ 时 $u_o = 0$ ，则 $A_u = \frac{u_o}{u_1}$ ； $u_1 = 0$ 时 $u_o \neq 0$ ，则 $A_u = \frac{\Delta u_o}{\Delta u_1}$ 。

6. 器件和放大电路的输入电阻和输出电阻

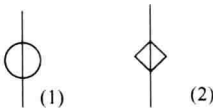
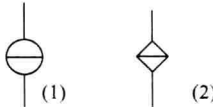
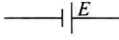
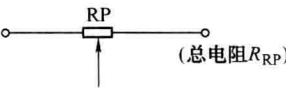
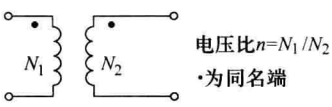
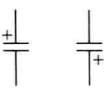
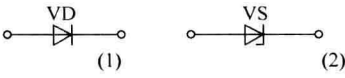
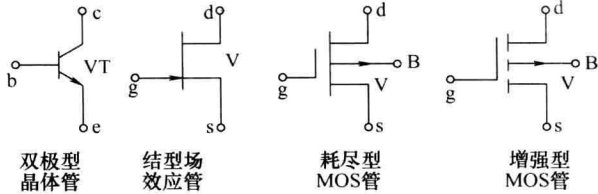
器件本身的输入和输出电阻的文字符号及下标用小写英文字母表示，如 r_i 、 r_o ；包含很多器件的放大电路的输入和输出电阻，则文字符号用大写英文字母表示，如 R_i 、 R_o 。（注：

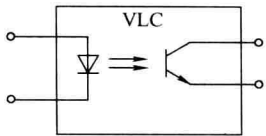
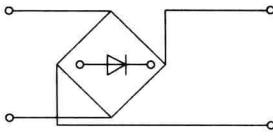
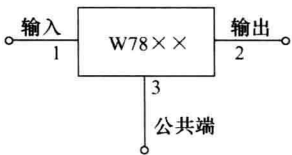
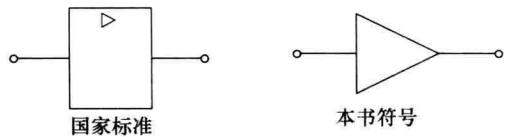
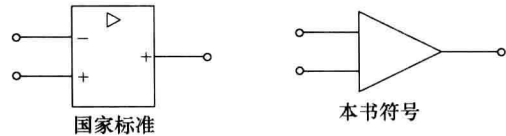
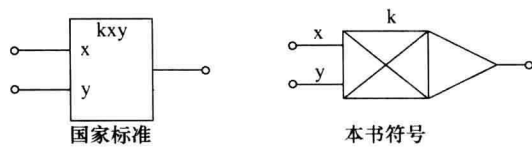
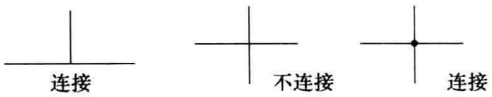
下标的大小写根据直流量或交流量而定)。集成运放虽是复杂的放大电路,但通常看作是单一的器件。

7. 最大的幅值

一般交流正弦量只有固定的幅值和有效值。但在放大电路中,其电压和电流受输入信号大小的控制,因而它们的幅值和有效值又随控制信号的大小而变。为了保证各个量不失真,输入信号大小有限制,交流电压和电流的幅值又有一个最大值,用双重下标表示,如 $(U_{im})_M$ 、 $(U_{om})_M$ 、 $(I_{om})_M$ 。

8. 本书所用部分元器件的图形符号

序号	元器件名称	图形符号
1	电压源 (1) 独立 (2) 受控	
2	电流源 (1) 独立 (2) 受控	
3	电池组	
4	电位器	
5	变压器	
6	极性电容器	
7	(1) 二极管 (2) 稳压管	
8	晶体管	

序号	元器件名称	图形符号
9	光电耦合器	
10	单相桥式整流电路	
11	三端集成稳压器	
12	放大电路	
13	运算放大电路	
14	乘法电路	
15	连接线	

电子电路和系统的介绍

——本书的内容和安排

目前，世界已进入信息化时代。大量的电子系统被应用于测量、控制、通信和计算，这些系统的工作基础就是电信号的产生、传送、接收和处理。用幅值和时间上的变化表征信息的电信号，在幅值上和时间上可以是连续的或不连续的，从而划分出“模拟电子技术”和“数字电子技术”。“模拟信号”在幅值上和时间上都是连续的，而“数字信号”在幅值上和时间上则是其中之一离散或两者皆为离散。由于应用范围的广泛，模拟电子技术涉及的内容也是浩如烟海。企图在学习一门课程之后就掌握所有模拟电子技术领域的理论和技术，不仅在实际上做不到，就是提出这种要求本身也是不合理的。“模拟电子技术基础”课程的任务只能是“使学生获得电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能，培养学生分析问题和解决问题的能力，为以后深入学习电子技术某些领域中的内容，以及为电子技术在专业中的应用打好基础。”

电子电路和系统的组成，除了要有在电路理论课程中已讲述过的电阻、电感、电容等无源元件外，还要有各种半导体“器件”，如二极管、晶体管等，其中最重要的是那些能起电压、电流和功率的“控制”和“放大”作用的有源器件（受控源）。随着电子技术日新月异的飞速发展，电子电路已从元器件和连线分立（discrete）的形式发展到了超大规模集成（Very Large Scale Integration, VLSI）的时代。

在电子电路和系统中，电信号要经过多种形式的处理，其中最基本和最重要的形式是“放大”（实质上是“控制”）。幅值微小和较小的信号首先要经过“电压放大”或“电流放大”，使之达到一定的幅值。然后再经过“功率放大”，才能用于带动显示仪表、音响设备、控制机构或其他负载。还有，为了获得一定的放大量，电子电路往往需要由多个基本的“放大级”组成。例如，作为模拟集成电路最重要的部件——集成运算放大电路，就是一个高增益（放大倍数）的直接耦合（级间连接方式）多级放大电路。讲述各种半导体器件的工作原理、特性参数，特别是与每一种器件相应的各种基本放大电路的组成、工作原理和性能参数，是本课程的重要内容，也是编写本教材的一条主线。为此，我们把原来位置相对滞后且略显孤立的功率放大电路一章提前，从第2章至第5章以连续四章的篇幅一气呵成形成了这一重点和主线。在这里，不仅要使学习者知道各种基本放大电路有什么性能特点，更重要的是要知道为什么有这些差别和特点，以便进一步根据技术要求，适当选择基本放大电路，组成满足要求的电子电路和系统。

电子电路和系统要处理的电信号是各式各样的（包括随机信号）。一般说来，在一定条件下这些信号总可以通过傅里叶级数或变换分解为一系列频率不同的分量之和。为了保证对信号处理的质量（例如，使放大后的电信号在波形上和输入信号一样，即“不失真”），就要求电子电路和系统对各种频率的信号有一定的响应。频率响应或频率特性是电子电路和系统的重要性能指标，是本书第6章讲述的内容。但是，影响电子电路和系统工作的不仅是有

用的输入信号，还包括其他因素。一个放大电路在其输入端短路时，输出端上仍有电压。这是由电阻、半导体器件中载流子的不规则运动引起的，叫做内部的“噪声”。当噪声电压幅度和输入信号可以比拟时，会使电路工作产生很大误差。还有，在电子电路和系统周围的电台、电网等外部设备的电磁场通过电磁耦合或电源线进入电路和系统也会引起不良影响，这是外部的“干扰”。为了抑制干扰和噪声，又必须限制电子电路和系统的通频带（能通过的信号频率范围），为此在电路和系统中要设置“滤波电路”。这些问题在本书第7、8章中加以简要的讨论。

“反馈”是指把电子电路和系统的输出信号（电压或电流）的全部或一部分通过“反馈网络”反送到输入端去影响输入信号，最后达到稳定电子电路和系统的工作以及稳定输出量（电压或电流）的目的。反馈是用来提高和改善电子电路和系统工作性能的最重要的技术手段，几乎所有的电子电路和系统中都有反馈。原来就是针对放大电路而建立起来的反馈理论已普遍应用于分析和设计各种类型的（包括非电的）自动控制系统。本书第7章“反馈”对学习模拟电子技术来说是非常重要的，是我们的又一个重点。在这一章里主要讨论反馈的类型，反馈对电子电路性能的影响，分析反馈放大电路的方法等。任何事物都有两面性。如果不能正确引入反馈，反而会使电子电路和系统无法正常工作。所以，在第7章中还要简要讲述反馈放大电路的稳定性和消除电路自激振荡的问题。但是，有一大类电子电路又正是利用了反馈放大电路中的振荡来产生所需要的各种正弦和非正弦周期电信号，这就是第9章中主要讲述的内容。

电子电路对电信号的另一种重要的处理形式是实现各种数学“运算”。顾名思义，集成运算放大电路的主要用途就在于此。运算电路由带深度负反馈的集成运放和相应的外部反馈网络组成，属于集成运放的“线性应用”，这是本书第8章讲述的主要内容。该章的另一部分内容则是讲述带深度负反馈的集成运放的另一种线性应用——组成有不同频率特性（低通、高通、带通、带阻）的“有源滤波电路”。

第8章讲述集成运算放大电路的线性应用，而第9章则主要讲述其非线性应用。在学习中，要善于把这两部分内容密切联系起来，通过比较鉴别达到融会贯通，深入掌握。

电子电路和系统的工作离不开直流电源，后者本身就是一个由功能不同的电子电路（整流、滤波、稳压、反馈、保护等）组成的系统，这是本书第10章讲述的内容。

本书的最后一章——第11章，介绍了模拟电子技术领域的一些新技术和新方法，主要包括电子电路分析和设计自动化技术和新型的模拟电子器件——可编程模拟电子器件。由于电子器件的非线性和电子产品性能的分散性，加上一般的电子电路都包含反馈，即使是比较简单的电子电路和系统的分析和设计也是比较复杂和困难的。早年提出的做法是“定性分析、定量估算、实验验证”。随着电子设备和集成电路芯片设计的日益复杂化，出现了使电子电路分析和设计自动化（Electronic Design Automation, EDA）的技术。20世纪70年代初是它发展的第一阶段，有了一批著名的电路仿真分析程序（例如，由美国加州大学伯克莱分校研制的SPICE[⊖]）和教材（例如由蔡少棠和林本铭合写的《Computer-Aided Analysis of Electronic Circuits》）。到80年代，EDA技术进入第二阶段，可以完成电子系统设计的大部分工作，从原理图输入、模拟分析、故障仿真到自动布局布线，分析验证，即CAE

⊖ Simulation Program with Integrated—Circuit Emphasis（以集成电路为重点的仿真程序）的字头缩写。

(Computer-Aided Engineering, 计算机辅助工程) 阶段。90 年代 EDA 技术又发展到第三阶段, 即 ESDA (Electronic System Design Automation, 电子系统设计自动化)。在本书第 11 章中我们将扼要介绍适用于 PC 的软件 PSpice 以及一些应用实例。对于可编程序模拟电子器件, 将重点讲述其设计思想, 不过多地涉及器件内部的细节。

目 录

第 3 版前言

第 2 版前言

第 1 版前言

关于本书所用部分文字、图形符号的说明

电子电路和系统的介绍——本书的内容和安排

第 1 章 半导体基础和二极管	1
1.1 半导体的基础知识	1
1.1.1 本征半导体	1
1.1.2 杂质半导体	3
1.1.3 PN 结及其特性	5
1.2 半导体二极管	11
1.2.1 半导体二极管的结构和类型	11
1.2.2 半导体二极管的伏安特性	11
1.2.3 半导体二极管的参数	12
1.2.4 半导体二极管的型号及选择	13
1.2.5 半导体二极管的模型	14
1.2.6 半导体二极管应用举例	15
1.2.7 稳压管	17
习题	18
第 2 章 双极型晶体三极管和基本放大电路	21
2.1 双极型晶体三极管	21
2.1.1 双极型晶体三极管的结构和类型	21
2.1.2 晶体管中的电流控制作用	22
2.1.3 共射接法晶体管的特性曲线	25
2.1.4 晶体管的主要参数及安全工作区	29
2.1.5 晶体管的类型、型号及选用原则	31
2.1.6 光电晶体管	31
2.2 晶体管放大电路的性能指标和工作原理	32
2.2.1 放大的概念和放大电路的组成条件	32
2.2.2 放大电路的性能指标	33