

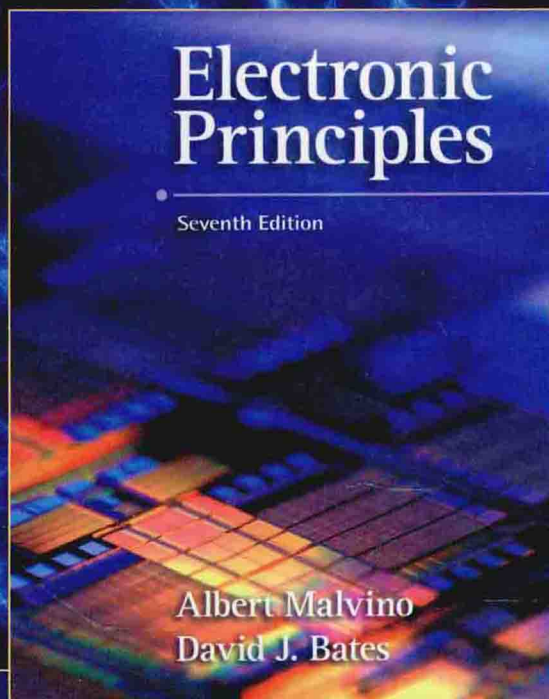
电子电路原理

(原书第7版)

[美] Albert Malvino 著
David J. Bates

李冬梅 幸新鹏 李国林 等译

Electronic Principles
Seventh Edition



机械工业出版社
China Machine Press

电子电路原理

(原书第7版)

[美] Albert Malvino 著
David J. Bates

李冬梅 幸新鹏 李国林 等译

Electronic Principles
Seventh Edition

Electronic
Principles

Seventh Edition

Albert Malvino
David J. Bates



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路原理 (原书第 7 版) / (美) 马尔维诺 (Malvino, A.), (美) 贝茨 (Bates, D. J.) 著; 李冬梅等译. —北京: 机械工业出版社, 2014.7

(国外电子与电气工程技术丛书)

书名原文: Electronic Principles, Seventh Edition

ISBN 978-7-111-46693-2

I. 电… II. ①马… ②贝… ③李… III. 电子电路—电路理论 IV. TN710.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 097840 号

本书版权登记号: 图字: 01-2007-2447

Albert Malvino, David J. Bates: Electronic Principles, Seventh Edition (0-07-322277-1).
Copyright © 2007 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2014 by The McGraw-Hill Education and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权 © 2014 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

本书介绍电子电路和器件的基本概念、原理及分析方法。内容从半导体器件到功能电路, 从电路结构到故障诊断, 从理论分析到实际应用。半导体器件包括: 二极管、双极型晶体管、结型场效应管、MOS 场效应管、晶闸管; 放大器包括: 单管放大器、差分放大器、功率放大器和运算放大器; 功能电路包括: 运算放大器的线性和非线性应用、有源滤波器、振荡器和稳压电源。同时包括器件模型、偏置电路、频率特性和负反馈。

本书可作为高等院校信息领域本科生和研究生的教材或参考书, 也可以供相关专业技术人员自学和参考。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 曲 熠

责任校对: 殷 虹

印 刷: 藁城市京瑞印刷有限公司

版 次: 2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm × 260mm 1/16

印 张: 46.5

书 号: ISBN 978-7-111-46693-2

定 价: 125.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，信息学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭示了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的信息产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对我国教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下，美国等发达国家在其信息科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀教材将对我国教育事业的发展起到积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，我们就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力，我们与 Pearson、McGraw-Hill、Elsevier、John Wiley & Sons、CRC、Springer 等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从他们现有的数百种教材中甄选出 Thomas L. Floyd、Charles K. Alexander、Behzad Razavi、John G. Proakis、Stephen Brown、Allan R. Hambley、Albert Malvino、Mark I. Montrose、David A. Johns、Peter Wilson、H. Vincent Poor、Dikshitulu K. Kalluri、Bhag Singh Guru、Stephane Mallat 等大师名家的经典教材，以“国外电子与电气工程技术丛书”为总称出版，供读者学习、研究及珍藏。这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着电气与电子信息学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外电气与电子信息教材的需求和应用都将步入一个新的阶段，我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方法如下：

华章网站：www.hzbook.com

电子邮件：hzsj@hzbook.com

联系电话：(010) 88379604

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037



华章科技图书出版中心

译者序

电子电路作为信息技术的重要基础，是相关领域的科研与技术人员的必修内容。随着电路技术的飞速发展，其应用日益广泛，读者对能够反映现代电路技术内容的专业基础教材的需求也越来越迫切。《电子电路原理》是经多次修订的经典教材，既注重基础知识，又兼顾工业界的应用及仿真技术；既可供教师和学生作为教材使用，也可供相关领域的技术人员学习参考。

本书从半导体器件的基础知识入手，系统地介绍了电子电路的基本概念、构成原理、分析方法、实际器件和应用电路，结构严谨、叙述清晰、内容丰富。作为经典教材，本书具有鲜明的特色：每一章的开始部分都有概要、目标和关键术语，章后有总结和习题，便于课堂讲授和学生自学；注重与实践相结合，配有大量 MultiSim 仿真实例，并以对实际电路的故障诊断方法和练习贯穿全书；适当给出了相关概念的拓展知识，同时针对常用器件数据手册中的实际特性进行分析，并附有工作面试题目，颇具实用性。

本书的内容比较全面，在使用过程中可根据实际需求有所取舍和侧重。

第1章给出了分析方法、定理等基本概念，是学习本书的基础。本章对三种公式（定义、定律、推理）进行了界定；定义了电路分析中所采用的近似方法和条件；基本概念（电压源和电流源）和定理（戴维南定理和诺顿定理）是电子电路分析的初步知识，对于入门读者来说是非常重要的。本章还介绍了电路故障产生的原因和诊断方法，这是本书的特色之一。电路故障虽然在实际中很常见，但现有教材中涉及这部分内容的却不多见。

第2章介绍的是半导体的基础知识。半导体的物理结构和特性决定了电子元器件以及电子电路乃至电路系统的特性。理解这部分内容是后续学习的前提。第3~6章介绍了电子电路的基本元器件（二极管和双极型晶体管）的原理和特性。第3章和第6章分别介绍二极管和晶体管的结构、工作原理、器件特性和近似模型；同时给出了器件数据手册，有助于读者对器件参数的理解。第4章给出了二极管的应用电路；第5章介绍了特殊用途二极管，类型比较全面。

第7~9章介绍了晶体管电路分析方法的核心概念。第7章给出了负载线、工作点、图解法、器件饱和、截止、偏置等概念，同时介绍了LED和光耦合器件，描述了微变参数对电路特性的影响及故障诊断的几种方法。第8章重点介绍晶体管的几种偏置电路的形式、分析方法及故障诊断方法。第9章给出了放大器的小信号分析概念、器件交流模型、交直流等效电路等放大电路分析的基础知识。

第10~12章集中介绍双极型晶体管放大器的特性及分析方法。第10章以共发射极（CE）放大器为例，介绍了电压增益、负载效应、多级放大器的特性和分析方法。第11章介绍共集电极（CC）、共基极（CB）放大器的特性分析。第12章介绍了A类、B类、AB类及C类功率放大器的特性。

第13~15章分别介绍结型场效应管、MOS场效应管和晶闸管。其中MOS场效应管是集成电路的主流器件，其工作原理、特性及分析方法都比较重要。

第16章是频率特性的分析。还介绍了放大电路频率特性的基本概念和分析方法，包括波特图、电压增益及功率增益的分贝表示方法与意义、阻抗匹配、密勒效应、时域与频域特性的关系、双极型和场效应晶体管电路的频率特性分析等。

第17~18章分别介绍差分放大器和运算放大器。第17章的差分放大电路是构成集成运算放大器的基本单元，对其结构和特性的分析和理解是非常重要的。对差分放大器的分析包括直流分析、交流分析、输

入特性及共模特性。同时对集成电路和电流源的基本概念进行了简要介绍。第 18 章以集成运放 741 为例介绍了运算放大器的组成、特性分析、指标参数的意义等。还介绍了同相和反相负反馈放大器的特性及分析方法、分析了运放在加法器和电压跟随器电路中的典型应用。最后给出了几种常见集成运放的参数比较及应用,包括音视频放大器和射频放大器等。

第 19 章介绍了负反馈的基本概念、负反馈放大电路的四种类型及特性分析。负反馈是提高放大电路特性的重要形式,是运算放大器线性应用的前提条件。负反馈的电路形式、分析方法及对电路特性的影响都需要读者很好地掌握。

第 20~22 章是运算放大器的三种主要应用即线性运算电路、有源滤波器和非线性电路。第 20 章给出了运算放大器在实际中较常用的典型线性应用电路,包括同相/反相放大、仪表放大、差分放大、加法、减法、电流放大、压控电流源、自动增益控制等。第 21 章介绍五种基本滤波器(低通、高通、带通、带阻、全通)的概念及滤波器特性的五种逼近方式(巴特沃斯、切比雪夫、反切比雪夫、椭圆和贝塞尔)和特点分析,并介绍了一阶、二阶和高阶滤波器的典型电路和特性。第 22 章非线性运算放大器电路主要包括比较器、积分器/微分器、波形变换器、波形发生器和 D 类放大器。这三章内容非常丰富,在使用时可根据学时情况有所侧重,具有较大的选择空间。第 23 和 24 章分别介绍振荡器和稳压电源,这两部分都是电子电路中的重要功能电路。第 23 章介绍了正弦波振荡器和锁相环的基本概念,给出几种基本振荡器电路(文氏电桥、RC 振荡器、考毕兹振荡器、LC 振荡器及晶体振荡器),作为实用电路的 555 定时器及其电路是非常实用的。第 24 章介绍了稳压电源的基本类型(并联式、串联式、开关式),并给出 DC-DC 转换器的原理和实例。

作为教材,建议全书 120~180 学时,可分解为 2~3 门课程分阶段完成,也可侧重其中基础原理部分作为入门课程,或侧重其中分析应用部分作为专业课程。书中的电路(或器件)类型和应用电路不必全部讲授学习,可选典型部分作为重点,其余部分作为参考。

本书由李冬梅组织翻译并完成审校和统稿。参加翻译工作的人员有:李冬梅、幸新鹏、李国林、刘力源、郭静宜、劳森、王鑫、井光超、师峰、朱育飞、孙超、倪铭辰、邹涌、古松、刘中、乔峻石、朱颖佳、贲磊、陈润、祁楠、杨东、陈昊、李鹏。机械工业出版社华章公司的编辑对本书的翻译出版给予了大力支持,在此一并表示感谢。

鉴于译者水平有限,译文中的错误与疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

译者

2014 年 5 月于清华园

前 言

《电子电路原理》第7版继承了之前版本的主要内容，对半导体器件和电子电路进行了清晰且深入的讲解。本书适于初次学习线性电子课程的学生使用，预备知识为直流/交流电路课程、代数和部分三角函数的内容。

本书详细介绍了半导体器件特性、测试及其应用电路，为学生理解电子系统的工作原理和故障诊断打下了良好的基础。其中，电路实例和故障诊断练习将贯穿全书。

新增内容

基于广泛的反馈意见和课程研究，《电子电路原理》第7版增加了电子器件和电路的种类，包括：

- 对 *pnp* 晶体管的分析
- 基本双极型晶体管 (BJT) 分压电路设计
- BJT 功率放大器交流负载线的分析
- 增强型和耗尽型功率场效应晶体管 (MOSFET) 的偏置
- 绝缘栅双极晶体管 (IGBT)
- R/2R 阶梯 D/A 转换器
- 函数发生器集成电路
- D 类放大器

第1章对故障诊断部分进行了简化，易于学生的使用和理解，相关练习将贯穿其他章节。第2章增加了总结性表格，可用来强化概念并作为便捷的信息资源。从第3章起，将给出该章所讨论的特定半导体器件的数据手册。第4~6章增加了利用万用表、电压表及半导体特性图示仪对二极管和晶体管进行测试的内容。第10章保留了共发射极 (CE) 放大器。第11章重点介绍共集电极 (CC) 放大器 (射极跟随器)、共基极 (CB) 放大器和达林顿放大器的结构。第12章包括 A 类、B 类、AB 类和 C 类功率放大器，同时分析了交流负载线。第13章对结型场效应晶体管 (JFET) 的偏置和偏置技术的顺序做了改动。第14章增加了耗尽型、功率增强型 MOSFET 放大器和 MOSFET 的测试。第15章详细介绍了 RC 相移控制、SCR 测试以及绝缘栅双极晶体管 (IGBT)。第16章增加了对场效应晶体管电路的频率特性分析。第20章包含了 R/2R 阶梯 D/A 转换器电路的工作原理。第22章包含了 D 类放大器的基本原理。第23章还增加了函数发生器集成电路部分，其中包括对 XR-2206 芯片的分析。

导 读

本书拥有许多新的特色，它们贯穿于各个章节，包括：

章节概要

每章开篇的简短介绍提炼了该章将讲授的主要内容。

章节目标

该章预期学习成果的简要说明。

关键术语

该章中出现的关键词汇列表，这些关键词首次出现时采用**黑体标记**。

例题

每章都包括例题和解答，这些例子阐明了重要的概念或电路原理，题目类型包括电路分析、应用、故障诊断和初级设计。


自测题

通过完成例题后面紧接着的自测题，读者可以检测所学知识的掌握情况。这些自测题的答案放在每章的最后。

知识拓展

穿插在文中的拓展内容，是关于当前问题的一些有趣的附加知识。

MULTISIM

每章中带有 MultiSim标记的电路可以“运行”起来[⊖]，结合现有的 Tektronix 和 Agilent 电路仿真工具，读者可以改变电路参数的值，并立即看到结果。还可以通过在电路中加入故障并进行测量分析的方法来训练并掌握故障诊断的技巧。

数据手册

书中提供了很多半导体器件的完整或部分数据手册，并对关键参数进行测试和解释。这些器件的完整数据手册可以在互联网上找到。

⊖ 登录华章网站 www.hzbook.com 搜索本书可下载 MultiSim 电路仿真文件。还可访问本书学习中心网站 www.mhhe.com/malvino7e 获取更多学习资源。——编辑注

元器件照片

实际电子元器件的照片可以使读者对所学元器件有感性认识。

总结性表格

对知识要点的总结表，可用来回顾重要内容并作为便捷的信息资源。

元器件测试

可以在这里找到如何用普通仪器（如数字万用表）对独立电子元器件进行测试的清晰描述。

章节总结

这些总结可以用来帮助读者复习所学内容，或查找学习中是否存在遗漏的重要概念。其中也包括重要的电路推导和定义，以巩固所学知识。

故障诊断表

故障诊断表清晰地列出了每种电路故障对应的电路节点的测试结果。读者可以结合 MultiSim 学习故障诊断的技巧。

章后习题

每章的后面都有大量的习题，其中 30% 以上是这一版新增或修订的习题。这些习题包括电路分析、故障诊断、关键问题的思考以及求职面试的相关问题。

致 谢

《电子电路原理》第7版的出版是团队合作的结果，它凝聚了很多人的艰辛努力和付出。感谢 McGraw-Hill 出版社高教部门为本书付出努力的每一个人，尤其是 Tom Casson、Jonathan Plant、Lindsay Roth、Kay Brimeyer 和 Carol Kromminga。特别要感谢 Pat Hoppe 认真且富有见解的复审，以及对 Multi-Sim 文件所做的大量工作，这些贡献对本书具有非常重要的意义。

感谢每一位对本书提出有价值的意见和建议的人。包括那些在初稿修改之前花费时间回复调查问卷的人，以及那些对修改后的材料进行审校的人。他们的工作非常仔细，对本书十分有益。下面是具体的人员名单，正是由于他们的帮助才使得本书具有易读性和连贯性。

目前版本的审校人员名单

Ron Barrier <i>Rowan Cabarrus Community College, NC</i>	Paul Kiser <i>National Institute of Technology, WV</i>
Adrien Berthiaume <i>Northern Essex Community College, MA</i>	Dan Lookadoo <i>New River Community College, VA</i>
M. C. Greenfield <i>Indiana State University, IN</i>	William Murray <i>Broome Community College, NY</i>
Craig Hill <i>Erie Institute of Technology, PA</i>	Rina Mazzucco <i>Mesa Community College, AZ</i>
Patrick Hoppe <i>Gateway Technical College, WI</i>	Rajappa Papannareddy <i>Purdue University, IN</i>
	Ken White <i>Lakeland Community College, OH</i>

调查问卷的答复人员名单

Ben Bartlett <i>College of Southern Idaho, ID</i>	Jim Fiore <i>Mohawk Valley Community College, NY</i>
Michele J. Chance <i>Rowan-Cabarrus Community College, NC</i>	Rex Fisher <i>Brigham Young University, ID</i>
Walter O. Craig, III <i>Southern University, LA</i>	John E. Fitzen <i>Idaho State University, ID</i>
Sheila Donchoo <i>Southern Polytechnic State University, GA</i>	George Fredericks <i>Northeast State Technical Community College, TN</i>
James A. Duru <i>Essex County College, NJ</i>	G. J. Gerard <i>Gateway Community Technical College, CT</i>
William Eaton <i>Hinds Community College, MS</i>	Albert Gerth <i>Corning Community College, NY</i>
Udezei F. Edgal <i>North Carolina A&T State University, NC</i>	Melvin G. Gomez <i>Green River Community College, WA</i>
Glen Elliott <i>Cambria County Area Community College, PA</i>	James Henderson <i>Arkansas State University, AR</i>
Fred Etcheverry <i>Hartnell College, CA</i>	George Hendricks <i>Gaston College, NC</i>

- Larry Hoffman
Purdue University, IN
- David A. Kruse
Lane Community College, OR
- Daniel Landiss
St. Louis Community College, MO
- M. David Luneau, Jr.
University of Arkansas, AR
- Richard McKinney
*Nashville State Technical Community
College, TN*
- Paul Nelson
College of the Sequoias, CA
- Robert Peeler
Lamar State College, TX
- Nasser H. Rashidi
Virginia State University, VA
- Steven D. Rice
University of Montana, MT
- Robert J. Scoff
University of Memphis, TN
- Ron Tinckham
Santa Fe Community College, FL
- Anthony Webb
Missouri Tech, MO
- Harold Wiebe
Northern Kentucky University, KY
- Michael Wilson
Kansas State University, KS

初稿的审校人员名单

- Abraham Falsafi
National Institute of Technology, WV
- Mohamed Haj-Mohamadi
North Carolina A&T University, NC
- Patrick Hoppe
Gateway Technical College, WI
- John Lindsey
*Kansas Community and Technical
College System, KS*
- Jim Ramming
Vatterott College, MO
- Vince Vasco
Pittsburgh Technical Institute, PA

作者简介

Albert P. Malvino 1950~1954 年在美国海军任电子技术员。1959 年毕业于圣克拉拉大学，获得电气工程学士学位。接下来的五年，他在微波实验室和惠普公司任电子工程师，并于 1964 年获得圣何塞州立大学电气工程硕士学位。之后，他在山麓学院任教四年，于 1968 年获得国家科学基金会奖学金。在 1970 年获得斯坦福大学的电气工程博士学位以后，Malvino 便开始了全职写作生涯。他编著的 10 本教材被翻译成 20 种语言，拥有超过 108 个版本。Malvino 博士目前是一名顾问，并为“SPD-Smart™ windows”设计微控制电路。另外，他正在为电子技术人员和工程师编写教育软件。他还在 Research Frontiers 公司的理事会任职。Malvino 的个人网页为 www.malvino.com。

David J. Bates 西威斯康星技术学院（位于拉克罗斯）电子技术系教师。作为电子维护和电子工程技术人员，他拥有 25 年以上的教学经验。Bates 曾获得工业教育专业学士学位和职业/技术教育专业硕士学位。他拥有 FCC GROL 证书、计算机硬件技术人员 A+ 证书，以及由国际电子技师认证协会 (ISCET) 授予的电子技术员熟练等级证书。Bates 目前是 ISCET 的资质管理员、理事会成员，并且任美国国家联合电子教育 (NCEE) 基础电子学的学科专家 (SME)。David J. Bates 还与 Zbar、Rockmaker、Bates 合著了“基础电学”实验指南。

目 录

出版者的话		
译者序		
前言		
导读		
致谢		
作者简介		
第 1 章 绪论	1	
1.1 三种类型的公式	1	
1.2 近似	3	
1.3 电压源	4	
1.4 电流源	6	
1.5 戴维南定理	8	
1.6 诺顿定理	10	
1.7 故障诊断	13	
总结	14	
习题	16	
第 2 章 半导体	19	
2.1 导体	19	
2.2 半导体	20	
2.3 硅晶体	21	
2.4 本征半导体	23	
2.5 两种电流	24	
2.6 半导体的掺杂	24	
2.7 两种非本征半导体	25	
2.8 无偏置的二极管	26	
2.9 正向偏置	27	
2.10 反向偏置	27	
2.11 击穿	29	
2.12 能级	30	
2.13 能垒	31	
2.14 势垒与温度	33	
2.15 反偏二极管	34	
总结	35	
习题	38	
第 3 章 二极管原理	40	
3.1 基本概念	40	
3.2 理想二极管	43	
3.3 二阶近似	44	
3.4 三阶近似	45	
3.5 故障诊断	47	
3.6 电路的参量增减分析	48	
3.7 阅读数据手册	49	
3.8 计算体电阻	52	
3.9 二极管的直流电阻	53	
3.10 负载线	53	
3.11 表面贴装二极管	55	
总结	55	
习题	57	
第 4 章 二极管电路	60	
4.1 半波整流器	60	
4.2 变压器	64	
4.3 全波整流器	65	
4.4 桥式整流器	68	
4.5 扼流圈输入滤波器	70	
4.6 电容输入滤波器	72	
4.7 峰值反向电压和浪涌电流	77	
4.8 关于电源的其他知识	78	
4.9 故障诊断	81	
4.10 削波器和限幅器	83	
4.11 钳位器	86	
4.12 电压倍增器	88	
总结	90	
习题	93	

第 5 章 特殊用途二极管	97	总结	177
5.1 齐纳二极管	97	习题	180
5.2 带负载的齐纳稳压器	100		
5.3 齐纳二极管的二阶近似	103	第 8 章 晶体管偏置	184
5.4 齐纳失效点	106	8.1 分压器偏置	184
5.5 阅读数据手册	107	8.2 VDB 电路的精确分析	187
5.6 故障诊断	110	8.3 VDB 电路的负载线与 Q 点	188
5.7 负载线	112	8.4 双电源发射极偏置	191
5.8 光电器件	113	8.5 其他类型的偏置	194
5.9 肖特基二极管	117	8.6 故障诊断	195
5.10 变容二极管	120	8.7 <i>pnp</i> 型晶体管	196
5.11 其他类型二极管	122	总结	198
总结	125	习题	201
习题	128		
第 6 章 双极型晶体管	131	第 9 章 交流模型	205
6.1 无偏置的晶体管	131	9.1 基极偏置放大器	205
6.2 有偏置的晶体管	132	9.2 发射极偏置放大器	209
6.3 晶体管电流	134	9.3 小信号工作	211
6.4 共发射极组态	135	9.4 交流电流增益	213
6.5 基极特性	137	9.5 发射结交流电阻	213
6.6 集电极特性	137	9.6 两种晶体管模型	216
6.7 晶体管的近似	141	9.7 放大器的分析	217
6.8 阅读数据手册	144	9.8 数据手册中的交流参量	220
6.9 表面贴装晶体管	148	总结	223
6.10 故障诊断	149	习题	225
总结	151	第 10 章 电压放大器	228
习题	153	10.1 电压增益	228
第 7 章 晶体管基础	156	10.2 输入电阻的负载效应	231
7.1 电流增益的变化	156	10.3 多级放大器	233
7.2 负载线	157	10.4 发射极负反馈放大器	235
7.3 工作点	161	10.5 两级反馈	239
7.4 饱和的识别	163	10.6 故障诊断	241
7.5 晶体管开关	165	总结	242
7.6 发射极偏置	166	习题	244
7.7 LED 驱动	169	第 11 章 共集和共基放大器	247
7.8 微变参数的影响	171	11.1 CC 放大器	247
7.9 故障诊断	172	11.2 输出阻抗	251
7.10 光电器件	174	11.3 CE-CB 级联放大器	253

11.4	达林顿组合	254	14.5	电阻区	348
11.5	稳压应用	256	14.6	数字开关	353
11.6	CB放大器	258	14.7	互补MOS管	355
	总结	262	14.8	功率场效应晶体管	357
	习题	264	14.9	增强型MOS场效应晶体管 放大器	361
第12章	功率放大器	269	14.10	MOS场效应晶体管的 测试	364
12.1	放大器相关术语	269		总结	365
12.2	两种负载线	271		习题	367
12.3	A类工作	275	第15章	晶闸管	371
12.4	B类工作	280	15.1	四层二极管	371
12.5	B类推挽射极跟随器	281	15.2	可控硅整流器	375
12.6	B/AB类放大器的偏置	284	15.3	可控硅短路器	382
12.7	B/AB类放大器的驱动	286	15.4	可控硅整流器相位控制	384
12.8	C类工作	288	15.5	双向晶闸管	386
12.9	C类放大器的公式	290	15.6	绝缘栅双极型晶体管	391
12.10	晶体管额定功率	295	15.7	其他晶闸管	394
	总结	297	15.8	故障诊断	396
	习题	301		总结	396
第13章	结型场效应晶体管	305		习题	398
13.1	基本概念	305	第16章	频率特性	402
13.2	漏极特性曲线	307	16.1	放大器的频率响应	402
13.3	跨导特性曲线	309	16.2	功率增益的分贝值	406
13.4	电阻区的偏置	310	16.3	电压增益的分贝值	408
13.5	有源区的偏置	312	16.4	阻抗匹配	410
13.6	跨导	320	16.5	基准分贝值	412
13.7	JFET放大器	321	16.6	波特图	413
13.8	JFET模拟开关	324	16.7	波特图相关问题	415
13.9	JFET的其他应用	326	16.8	密勒效应	419
13.10	阅读数据手册	332	16.9	上升时间与带宽的关系	421
13.11	JFET的测试	334	16.10	双极型晶体管级电路的频率 特性分析	423
	总结	335	16.11	场效应晶体管级电路的频率 特性分析	428
	习题	338	16.12	表面贴装电路的频率效应	432
第14章	MOS场效应晶体管	343		总结	432
14.1	耗尽型MOS场效应晶体管	343		习题	435
14.2	耗尽型MOS场效应晶体管 特性曲线	344			
14.3	耗尽型MOS场效应晶体管 放大器	345			
14.4	增强型MOS场效应晶体管	346			

第 17 章 差分放大器	438	20.6 加法放大器电路	535
17.1 差分放大器	438	20.7 电流增强电路	539
17.2 差分放大器的直流分析	441	20.8 压控电流源	541
17.3 差分放大器的交流分析	444	20.9 自动增益控制	543
17.4 运算放大器的输入特性	448	20.10 单电源工作方式	545
17.5 共模增益	453	总结	546
17.6 集成电路	455	习题	548
17.7 电流镜	458	第 21 章 有源滤波器	553
17.8 有载差分放大器	459	21.1 理想频率响应	554
总结	460	21.2 频率响应的逼近方式	556
习题	463	21.3 无源滤波器	564
第 18 章 运算放大器	467	21.4 一阶滤波器	567
18.1 运算放大器概述	467	21.5 VCVS 单位增益二阶低通 滤波器	569
18.2 741 运算放大器	469	21.6 高阶滤波器	573
18.3 反相放大器	476	21.7 VCVS 等值元件低通 滤波器	575
18.4 同相放大器	480	21.8 VCVS 高通滤波器	577
18.5 运算放大器的两种应用	484	21.9 多路反馈带通滤波器	578
18.6 线性集成电路	487	21.10 带阻滤波器	581
18.7 表面贴装的运算放大器	491	21.11 全通滤波器	582
总结	492	21.12 双二阶滤波器和可变状态 滤波器	585
习题	495	总结	587
第 19 章 负反馈	499	习题	590
19.1 负反馈的四种类型	499	第 22 章 非线性运算放大器 电路	593
19.2 VCVS 电压增益	501	22.1 过零比较器	593
19.3 其他 VCVS 公式	503	22.2 非过零比较器	598
19.4 ICVS 放大器	506	22.3 迟滞比较器	601
19.5 VCIS 放大器	507	22.4 窗口比较器	604
19.6 ICIS 放大器	508	22.5 积分器	606
19.7 频带宽度	509	22.6 波形变换	608
总结	512	22.7 波形发生器	610
习题	515	22.8 典型的三角波发生器	612
第 20 章 线性运算放大器电路	519	22.9 有源二极管电路	613
20.1 反相放大器电路	519	22.10 微分器	615
20.2 同相放大器电路	521		
20.3 反相/同相电路	524		
20.4 差分放大器	528		
20.5 仪表放大器	532		

22.11 D类放大器	616	总结	657
总结	618	习题	660
习题	620		
第 23 章 振荡器	624	第 24 章 稳压电源	663
23.1 正弦波振荡原理	625	24.1 电源特性	663
23.2 文氏电桥振荡器	626	24.2 并联式稳压器	665
23.3 其他 RC 振荡器	629	24.3 串联式稳压器	670
23.4 考毕兹振荡器	630	24.4 单片线性稳压器	677
23.5 其他 LC 振荡器	635	24.5 电流增强电路	683
23.6 石英晶体	636	24.6 DC-DC 转换器	684
23.7 555 定时器	640	24.7 开关式稳压器	685
23.8 555 定时器的非稳态工作 模式	644	总结	692
23.9 555 电路	646	习题	695
23.10 锁相环	650	词汇表	700
23.11 函数发生器集成电路	653	答案 (奇数编号的习题)	720