

教育部 高等教育司 推荐
国外优秀信息科学与技术系列教学用书

工程电路分析 (第六版)

Engineering Circuit Analysis, Sixth Edition

William H. Hayt, Jr.

[美] Jack E. Kemmerly 著

Steven M. Durbin

王大鹏 沈世洪 张爱民 等译

徐安士 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
www.phei.com.cn

教育部高等教育司推荐
国外优秀信息科学与技术系列教学用书

工程电路分析

(第六版)

Engineering Circuit Analysis
Sixth Edition

William H. Hayt, Jr.

[美] Jack E. Kemmerly 著
Steven M. Durbin

王大鹏 沈世洪 张爱民 等译
徐安士 审校

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是电路分析方面的一本经典著作,三位作者(其中两位已经过世)分别来自普度大学、加利福尼亚州立大学和坎特伯雷大学。书中内容取材自作者在普度大学、加利福尼亚州立大学、佛罗里达州立大学以及坎特伯雷大学的授课教材。本书从基本电路元件、电压电流定律等基本概念出发,介绍了节点和网孔分析、叠加原理和电源置换等常用分析方法。对于交流电路,也是从RLC电路的正弦稳态分析入手,然后讲解交流功率和磁耦合电路。为了适应现代发展趋势,作者充实了频域分析方面的内容,详细介绍了拉普拉斯变换和s域分析、频率响应和傅里叶分析、二端口网络等高级内容。作者力图将理论和实践相结合,提供了丰富的实例和数据。书中附有大量例题、练习和习题,书末附有题号为单数的习题答案。

本书可作为信息电子类、电气工程类和应用物理类本科生的教学用教材,也可供从事电子技术、电气工程方面工作的工程技术人员学习参考。

William H. Hayt, Jr., Jack E. Kemmerly, Steven M. Durbin: **Engineering Circuit Analysis, Sixth Edition**

ISBN 0-07-228364-5

Copyright ©2002 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Authorized Simplified Chinese edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Publishing House of Electronics Industry. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司合作出版。此版本仅限在中国大陆地区(不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区)销售。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号:图字:01-2001-5388

图书在版编目(CIP)数据

工程电路分析(第六版)/(美)海特(Hayt, W. H.)著;王大鹏等译.-北京:电子工业出版社,2002.10
(国外电子与通信教材系列)

书名原文:Engineering Circuit Analysis, Sixth Edition

ISBN 7-5053-7633-0

I.工... II.①海... ②王... III.电路分析-高等学校-教材 IV.TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第083073号

责任编辑:李秦华

印刷者:北京民族印刷厂

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:787×1092 1/16 印张:46 字数:1178千字 附光盘1张

版 次:2002年10月第1版 2002年10月第1次印刷

定 价:59.00元(含光盘)

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

序

2001年7月间,电子工业出版社的领导同志邀请各高校十几位通信领域方面的老师,商量引进国外教材问题。与会同志对出版社提出的计划十分赞同,大家认为,这对我国通信事业、特别是对高等院校通信学科的教学工作会很有好处。

教材建设是高校教学建设的主要内容之一。编写、出版一本好的教材,意味着开设了一门好的课程,甚至可能预示着一个崭新学科的诞生。20世纪40年代MIT林肯实验室出版的一套28本雷达丛书,对近代电子学科、特别是对雷达技术的推动作用,就是一个很好的例子。

我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老师 and 专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,是会有好处的。

一年多来,电子工业出版社为此做了很多工作。他们成立了一个“国外电子与通信教材系列”项目组,选派了富有经验的业务骨干负责有关工作,收集了230余种通信教材和参考书的详细资料,调来了100余种原版教材样书,依靠由20余位专家组成的出版委员会,从中精选了40多种,内容丰富,覆盖了电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等方面,既可作为通信专业本科生和研究生的教学用书,也可作为有关专业人员的参考材料。此外,这批教材,有的翻译为中文,还有部分教材直接影印出版,以供教师用英语直接授课。希望这些教材的引进和出版对高校通信教学和教材改革能起一定作用。

在这里,我还要感谢参加工作的各位教授、专家、老师与参加翻译、编辑和出版的同志们。各位专家认真负责、严谨细致、不辞辛劳、不怕琐碎和精益求精的态度,充分体现了中国教育工作者和出版工作者的良好美德。

随着我国经济建设的发展和科学技术的不断进步,对高校教学工作会不断提出新的要求和希望。我想,无论如何,要做好引进国外教材的工作,一定要联系我国的实际。教材和学术专著不同,既要注意科学性、学术性,也要重视可读性,要深入浅出,便于读者自学;引进的教材要适应高校教学改革的需要,针对目前一些教材内容较为陈旧的问题,有目的地引进一些先进的和正在发展中的交叉学科的参考书;要与国内出版的教材相配套,安排好出版英文原版教材和翻译教材的比例。我们努力使这套教材能尽量满足上述要求,希望它们能放在学生们的课桌上,发挥一定的作用。

最后,预祝“国外电子与通信教材系列”项目取得成功,为我国电子与通信教学和通信产业的发展培土施肥。也恳切希望读者能对这些书籍的不足之处、特别是翻译中存在的问题,提出意见和建议,以便再版时更正。

吴佑寿

中国工程院院士、清华大学教授
“国外电子与通信教材系列”出版委员会主任

出版说明

进入21世纪以来,我国信息产业在生产和科研方面都大大加快了发展速度,并已成为国民经济发展的支柱产业之一。但是,与世界上其他信息产业发达的国家相比,我国在技术开发、教育培训等方面都还存在着较大的差距。特别是在加入WTO后的今天,我国信息产业面临着国外竞争对手的严峻挑战。

作为我国信息产业的专业科技出版社,我们始终关注着全球电子信息技术的发展方向,始终把引进国外优秀电子与通信信息技术教材和专业书籍放在我们工作的重要位置上。在2000年至2001年间,我社先后从世界著名出版公司引进出版了40余种教材,形成了一套“国外计算机科学教材系列”,在全国高校以及科研部门中受到了欢迎和好评,得到了计算机领域的广大教师与科研工作者的充分肯定。

引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,将有助于我国信息产业培养具有国际竞争能力的技术人才,也将有助于我国国内在电子与通信教学中掌握和跟踪国际发展水平。根据国内信息产业的现状、教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的指示精神以及高等院校老师们反映的各种意见,我们决定引进“国外电子与通信教材系列”,并随后开展了大量准备工作。此次引进的国外电子与通信教材均来自国际著名出版商,其中影印教材约占一半。教材内容涉及的学科方向包括电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等,其中既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。我们还将与国外出版商一起,陆续推出一些教材的教学支持资料,为授课教师提供帮助。

此外,“国外电子与通信教材系列”的引进和出版工作得到了教育部高等教育司的大力支持和帮助,其中的部分引进教材已通过“教育部高等学校电子信息科学与工程类专业教学指导委员会”的审核,并得到教育部高等教育司的批准,纳入了“教育部高等教育司推荐——国外优秀信息科学与技术系列教学用书”。

为做好该系列教材的翻译工作,我们聘请了清华大学、北京大学、北京邮电大学、东南大学、西安交通大学、天津大学、西安电子科技大学、电子科技大学等著名高校的教授和骨干教师参与教材的翻译和审校工作。许多教授在国内电子与通信专业领域享有较高的声望,具有丰富的教学经验,他们的渊博学识从根本上保证了教材的翻译质量和专业学术方面的严格与准确。我们在此对他们的辛勤工作与贡献表示衷心的感谢。此外,对于编辑的选择,我们达到了专业对口;对于从英文原书中发现的错误,我们通过作者联络、从网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订;同时,我们对审校、排版、印制质量进行了严格把关。

今后,我们将进一步加强同各高校教师的密切关系,努力引进更多的国外优秀教材和教学参考书,为我国电子与通信教材达到世界先进水平而努力。由于我们对国内外电子与通信教育的发展仍存在一些认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多需要改进的地方,恳请广大师生和读者提出批评及建议。

电子工业出版社

教材出版委员会

- | | | |
|-----|------------|--|
| 主任 | 吴佑寿 | 中国工程院院士、清华大学教授 |
| 副主任 | 林金桐
杨千里 | 北京邮电大学校长、教授、博士生导师
总参通信部副部长、中国电子学会会士、副理事长
中国通信学会常务理事 |
| 委员 | 林孝康 | 清华大学教授、博士生导师、电子工程系副主任、通信与微波研究所所长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员 |
| | 徐安士 | 北京大学教授、博士生导师、电子学系副主任
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员 |
| | 樊昌信 | 西安电子科技大学教授、博士生导师
中国通信学会理事、IEEE会士 |
| | 程时昕 | 东南大学教授、博士生导师
移动通信国家重点实验室主任 |
| | 郁道银 | 天津大学副校长、教授、博士生导师
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员 |
| | 阮秋琦 | 北方交通大学教授、博士生导师
计算机与信息技术学院院长、信息科学研究所所长 |
| | 张晓林 | 北京航空航天大学教授、博士生导师、电子工程系主任
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员 |
| | 郑宝玉 | 南京邮电学院副院长、教授、博士生导师
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员 |
| | 朱世华 | 西安交通大学教授、博士生导师、电子与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员 |
| | 彭启琮 | 电子科技大学教授、博士生导师、通信与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员 |
| | 徐重阳 | 华中科技大学教授、博士生导师、电子科学与技术系主任
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员 |
| | 毛军发 | 上海交通大学教授、博士生导师、电子信息学院副院长
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员 |
| | 赵尔沅 | 北京邮电大学教授、教材建设委员会主任 |
| | 钟允若 | 原邮电科学研究院副院长、总工程师 |
| | 刘彩 | 中国通信学会副理事长、秘书长 |
| | 杜振民 | 电子工业出版社副社长 |

译 者 序

《工程电路分析》一书是一本侧重于工程应用的电路分析教材。作者在书中的正文以及习题部分给出了许多结合应用的实际例子,如接地问题,数字万用电表的设计,简单的光纤通信系统,等等。这样的安排使读者在学习电路理论的同时,可以了解它的应用背景,既有助于加深对概念的理解,又使电路理论变得更加生动、直观。这正好体现了本书作者长期以来一直倡导的精神——帮助学生培养一种对线性电路分析的直观理解。

本书的另一个特点是作者对于一些重要概念的介绍特别详细,注重从多个角度、多个层次进行讲解,有时还穿插了一些历史背景的介绍。而常见的教材往往省略了这部分内容,或是只在习题中安排少量这样的内容。在教学和学习实践中,大家都有这样的体会:一些重要概念的含义并不是一目了然的,对概念的理解也不是一次就能完成的。悟性好的同学能够自己逐渐悟出其中的道理,大多数同学如果没有教师的正确引导,则只能停留在对概念的表面理解,应用起来常常显得无所适从。

本书对读者的预备知识要求不高,数学上只要求具备一点微积分知识,物理上也不要求具备电磁场知识。无论是在结构安排上,还是在 PSpice 和 MATLAB 等流行教学工具的引用上都使本书成为一本非常适合读者自学的教材。本书的三位作者均是长期从事电路分析教学的著名学者。正如作者在前言中介绍的,希望学生通过这本书能够自己教会自己电路分析这门学科。

本书的前言、第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 11 章、附录和习题答案由王大鹏翻译;第 3 章、第 4 章、第 6 章至第 10 章由沈世洪翻译;第 12 章由黄传军翻译;第 13 章至第 18 章由张爱民翻译。王大鹏对全书译稿做了统一校订,最后由徐安士教授审阅了全书。

由于译者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,敬请读者给予批评和指正。

译 者

2002 年 7 月

于北京大学燕园

前 言

尽管这本书的写作在学术上必须做到严谨,而且要用到一定的数学知识,但作者还是试图使这本书的阅读成为一种乐趣。作者试图让读者分享一种看法:电路分析可以是一门让人感兴趣的课程。电路分析不仅是工程研究领域必不可少的技术,而且对于培养逻辑思维是一种非常好的教育方式,甚至对于那些在其职业生涯中不需要进行电路分析的人们也很有益。许多同学在学完这门课回头看时都惊奇地发现,所有的优秀分析工具都是从三个简单的科学定律导出的——欧姆定律、基尔霍夫电压定律及基尔霍夫电流定律。

在许多大学和学院中,总是将介绍电磁概念的物理课程安排在电气工程课程之前或与其同时进行,且往往是以场的形式介绍电磁概念。可是这样的背景知识并不是必须的。一些基本电磁概念应当是在需要时再进行讨论。阅读本书所需要的先导课程或并修课程只是一点微积分知识。在这门课中电路元件是以电路方程引出和定义的。与场有关的知识只是偶尔在注释中提到。过去作者尝试用过3周到4周的电磁场理论做前导,然后进入基本电路分析课程,希望这样可以用麦克斯韦方程精确地定义电路元件。结果这种尝试被证明是失败的,特别是从学生接受的情况来看。

希望学生能够通过这本书自己教会自己电路分析这门学科。这本书是为学生写的,而不是为教师写的,因为学生将比教师花费更多的时间去读本书。每一个术语在第一次出现时,都会尽可能地给出清晰的定义。基本知识安排在每一章的开始部分,并给予详尽解释。数值例子用以介绍一般结果。练习贯穿于各个章节,它们一般比较简单,其答案就在题目后面给出。难一点的习题出现在每一章之后,按照课文叙述的先后排列,这些习题有时是为了按照循序渐进的方式引入不太重要或更高级的内容,或是引入下一章的内容。概念的引入和概念的重复对于学习过程是很重要的。除了许多练习和例题之外,在各章之后还有总共 950 多道习题。本书中大多数习题是第六版新收入的,在几位同事的帮助下,只要可能,每道题都经过手算和计算机检验过。

如果这本书有时显得不太严肃,甚或是轻松诙谐,这是因为作者觉得教育不一定必须是枯燥和自负的。愉快的笑脸不会阻碍学生学习知识。如果本书的写作是一个愉快的过程,为什么本书的阅读不也是如此呢?

本书中的许多材料是基于在普度大学,加利福尼亚州立大学和佛罗里达州立大学的联合工程计划以及坎特伯雷大学所讲授的课程。

第六版更新之处

本书的修订至少是一件让人望而生畏的事。本书的作者之一(Steven M. Durbin)在普度大学读本科时有幸听过 William H. Hayt 教授本人的电路课,William H. Hayt 教授是我曾经遇到过的最好的教授之一。现在回头来看,几乎不记得当时为什么正好是我被邀请参加了这本著名教材的写作。在参与另一本教材的评论时,我遇到本书的编辑(原英文版)Catherine Shults,了解到 McGraw-Hill 出版公司计划将《工程电路分析》增加一名作者。她邀请我做第五版的评论,

并对第六版的修改计划提出建议,那是在1999年3月,从那之后我便参与到编写第六版的工作中了。

《工程电路分析》的成功得益于它的几个非常有价值的特点。这是一本经过很好组织的书籍,关键概念按照合乎逻辑的方式表达出来,同时这些概念也被无缝地连接到更大的框架中。Bill Hayt 和 Jack Kemmerly 对本书第一版做了很多工作,他们希望向读者传达的热情体现在每一章中。

作者的第一印象是不仅插图需要重画和更新,而且许多例题也常常难解。还有,在第五版中假定学生将完成每一道练习题,因而把练习题用做传递有关基本方法和解题技巧的工具。另外,应该向课文中注入更多有用的趣味,以抓住如今的大学生的注意力,增加例题数量,给教师提供多种多样的章末习题。

本书的每一章都是精雕细镂的,第六版的读者将会发现一些关键变化:

1. 安排了绪论性的章节,给学生提供简明的概论和解释为什么让他们在开始阶段就学习电路分析。
2. 原来的第1章被分为两章,这样做是为了使重要内容可以用较慢和较为轻松的节奏引入。2.7节和2.8节有关网络拓扑的内容已经移到了附录中。
3. 按照评审者的意见和减少时域分析授课时间的现代趋势,将第4章和第5章内容合并为一章。
4. 原来第1章中运算放大器的内容,现在放到第6章自成一章。第6章以后内容的安排,尽可能使那些希望把运算放大器内容留到后续电子电路课程中的教师做起来无所顾忌。在电路分析教材中,通常是将运算放大器作为受控源的实际应用而引入的。这样做并不很好,因为一旦这样做就放弃了将它看做理想运算放大器模型的想法。在这种处理方式下,理想运算放大器像理想电阻、电容和电感一样介绍出来。在前言部分重点介绍了实际运算放大器的分析技巧。一旦学生对这种非常实用的器件产生了信任,理想运算放大器模型就可以从更加精确的(不过仍然是近似的)受控电压源模型中导出。
5. 为使学习更加连贯,正弦稳态响应的概念被集中到一个单章里。
6. 三相功率测量一节被重新引入,并在原来的基础上做了更新。
7. 为了教师的方便,有关变压器的章节被重新放到紧接着三相电源的章节之后。
8. 也许最大的结构调整之一是把原来复频率的内容与拉普拉斯变换的介绍结合到一起。较早引入拉普拉斯变换是现在的趋势。可是当学生第一次面对复频率符号时,几乎总会感到困惑,所以作者感到对一些相关概念的引入应该逐步进行。
9. 新加入了一些章节,包括怎样从散布于各章的许多电路分析方法中做出有选择的讨论,以及怎样从通用的角度出发设计滤波器电路。
10. 本书的纸介版中删去了有关状态变量分析的章节。这部分内容提供了对通用电路分析理论的有价值的观点,可以根据教师的兴趣来取舍。因此决定将原来内容放到本书的网络版中。
11. 在各章末新增了300多道习题。
12. 许多章中还增加了“实际应用”部分,目的是向读者演示怎样将所学到的许多公式和理论应用到现实世界中。

13. 几乎每一章中都增加了 PSpice 和 MATLAB 的例题。不过,作者深深感到,计算机辅助工程应当仅仅是一个辅助,它不能替代对解决问题技巧的培养。所以按照许多评审者的意见,精心安排了计算机工具的引入。只是在最后部分,计算机辅助分析才被引入家庭作业,这样以鼓励学生将手算和数值计算的结果进行比较。采用的 PSpice 是学生版本 9.1, MATLAB 是学生版本 5.0。
14. 缩短了每章的引言部分,新增了“本章要点”。为帮助复习,每章都包含了关键概念的小结。

致谢

Bill Hayt 先生在本书修订工作刚开始时去世的消息对我来说是始料未及的重大打击。我一直没有机会与他探讨本书的修改事宜。我只是希望这次修订有助于本书面向另一代聪明的年轻工科学生。同时作者 (durbin@ieee.org) 和 McGraw-Hill 的编辑欢迎学生和教师给我们提出意见和反馈。

非常感谢 McGraw-Hill 的编辑长期以来的支持,包括 Tom Casson, Betsy Jones, Michelle Flomenhoft, James Labeots, John Wannemacher, Kelley Butcher, Heather Sabo, Phil Meek 和 Linda Avenarius。感谢负责电气工程的编辑 Catherine Shultz 对本书的一贯支持、热心和耐心。没有她就不会有本书的新版问世,与她在一起工作是整个工作过程中最有意思的事情。

下列人士在第六版的编辑中参与了许多审阅工作,在此表示感谢:

非常感谢佛罗里达 A&M 大学和佛罗里达州立大学电气工程和计算机系的 Reginald Perry, Rodney Roberts 和 Tom Harrison 博士的建议。感谢坎特伯雷大学的 Bill Kennedy, 他对每章进行了校对并提出许多有用建议。特别要感谢坎特伯雷大学的 Richard Duke 博士对此项目的支持, Ken Smart 在第 7 章中电感器照片方面的帮助, Gary Brinkworth 在功率因数实际应用方面的帮助, Richard Blaikie 在 h 参数实际应用方面的帮助, Wade Enright 提供了许多变压器的照片。多年来许多人对作者的教学风格产生过影响,他们包括 Bill Hayt, David Meyer, Alan Weitsman 和 Jeffery Gray, 还有作者所遇到的第一位电气工程师——我的父亲 Jesse Durbin, 他毕业于 Indiana Institute of Technology。支持和鼓励还来自作者家庭中的其他成员,包括我母亲 Roberta, 兄弟 Dave, John 和 James 以及岳父母 Jack 和 Sandy。最后也是最重要的,要感谢我的妻子 Kristi 对我的耐心、理解、支持和建议。

Steven M. Durbin

目 录

第 1 章 电路分析和电气工程	1
1.1 引言	1
1.2 本书概要	1
1.3 电路分析与工程的关系	2
1.4 分析和设计	3
1.5 计算机辅助分析	3
1.6 解题制胜策略	4
1.7 推荐阅读	4
第 2 章 基本元件和电路	5
2.1 引言	5
2.2 基本单位和单位扩展	5
2.3 电荷、电流、电压和功率	6
2.3.1 电荷	6
2.3.2 电流	7
2.3.3 电压	9
2.3.4 功率	11
2.4 电压源和电流源	12
2.4.1 独立电压源	13
2.4.2 独立电流源	14
2.4.3 受控电源	14
2.4.4 网络和电路	15
2.5 欧姆定律	16
2.5.1 功率吸收	17
2.5.2 电导	20
2.6 小结与复习	20
习题	21
第 3 章 电压和电流定律	26
3.1 引言	26
3.2 节点、路径、回路和支路	26
3.3 基尔霍夫电流定律	27
3.4 基尔霍夫电压定律	29
3.5 单回路电路	32
3.6 单节点对电路	35
3.7 独立源的串联和并联	38

3.8	电阻的串联和并联	39
3.9	分压和分流	44
3.10	小结与复习	49
	习题	49
第4章	基本节点和网孔分析	61
4.1	引言	61
4.2	节点分析	61
	4.2.1 电导矩阵	65
4.3	超节点	66
4.4	网孔分析	69
4.5	超网孔	73
4.6	节点分析和网孔分析的比较	75
4.7	计算机辅助电路分析	77
4.8	小结与复习	80
	习题	81
第5章	常用电路分析方法	91
5.1	引言	91
5.2	线性和叠加	91
	5.2.1 线性元件和线性电路	91
	5.2.2 叠加原理	92
5.3	电源变换	99
	5.3.1 实际电压源	99
	5.3.2 实际电流源	101
	5.3.3 等效实际电源	102
5.4	戴维南和诺顿等效电路	105
	5.4.1 过程的简短回顾	111
5.5	最大功率传输	114
5.6	Δ -Y 转换	116
5.7	各种方法的比较	118
5.8	小结与复习	118
	习题	119
第6章	运算放大器	132
6.1	引言	132
6.2	背景	132
6.3	理想运放	133
6.4	运放的级联	139
6.5	运放的更详细模型	140
	6.5.1 理想运放规定的推导	142

6.5.2	共模抑制	143
6.5.3	负反馈	143
6.6	实际考虑	144
6.6.1	饱和	144
6.6.2	输入失调电压	145
6.6.3	封装	145
6.6.4	PSpice 仿真	146
6.7	小结与复习	148
	习题	148
第 7 章	电容和电感	156
7.1	引言	156
7.2	电容	156
7.2.1	理想电容模型	156
7.2.2	电压 - 电流的积分关系	158
7.2.3	能量储存	159
7.2.4	理想电容的重要特性	161
7.3	电感	162
7.3.1	理想电感模型	162
7.3.2	电压 - 电流的积分关系	165
7.3.3	电感储存的能量	167
7.3.4	理想电感的重要特性	169
7.4	电感和电容的组合	169
7.4.1	电感的串联	169
7.4.2	电感的并联	170
7.4.3	电容的串联	171
7.4.4	电容的并联	172
7.5	线性推论	173
7.6	带电容的简单运放电路	175
7.7	对偶	177
7.8	用 PSpice 对电容和电感建模	180
7.8.1	PSpice	181
7.9	小结与复习	182
	习题	183
第 8 章	基本 RL 和 RC 电路	191
8.1	引言	191
8.2	无源 RL 电路	191
8.2.1	直接法	192
8.2.2	另一种方法	193

8.2.3	更一般的求解法	193
8.3	指数响应的性质	196
8.4	无源 RC 电路	199
8.5	更一般的观点	201
8.5.1	RL 电路的一般形式	202
8.5.2	一般 RC 电路	205
8.6	单位阶跃函数	206
8.6.1	物理电源与单位阶跃函数	207
8.6.2	矩形脉冲函数	208
8.7	电源作用于 RL 电路	209
8.7.1	更直接的求解方法	211
8.7.2	培养直觉理解	211
8.8	自由响应和受迫响应	211
8.8.1	自由响应	212
8.8.2	受迫响应	212
8.8.3	完全响应的确定	213
8.9	电源作用于 RC 电路	217
8.10	小结与复习	223
	习题	223
第 9 章	RLC 电路	236
9.1	引言	236
9.2	无源并联 RLC 电路	236
9.2.1	导出并联 RLC 电路的微分方程	237
9.2.2	微分方程的求解	237
9.2.3	频域量的定义	238
9.3	过阻尼并联 RLC 电路	239
9.3.1	确定 A_1 和 A_2 的值	240
9.3.2	过阻尼响应的响应曲线	243
9.4	临界阻尼	244
9.4.1	临界阻尼的响应形式	245
9.4.2	确定 A_1 和 A_2 的值	245
9.4.3	临界阻尼的响应曲线	246
9.5	欠阻尼并联 RLC 电路	247
9.5.1	欠阻尼响应的形式	247
9.5.2	确定 B_1 和 B_2 的值	248
9.5.3	欠阻尼的响应曲线	249
9.5.4	有限电阻的作用	249
9.6	无源串联 RLC 电路	253

9.6.1 串联电路响应的简要总结	255
9.7 <i>RLC</i> 电路的完全响应	257
9.7.1 容易求解的部分	257
9.7.2 其余的部分	257
9.7.3 求解过程的简单回顾	262
9.8 无损耗 <i>LC</i> 电路	264
9.9 小结与复习	267
习题	267
第 10 章 正弦稳态分析	274
10.1 引言	274
10.2 正弦波特性	274
10.2.1 滞后与超前	275
10.2.2 将正弦化为余弦	276
10.3 正弦函数激励下的受迫响应	277
10.3.1 稳态响应	277
10.3.2 更简洁直观的方法	278
10.4 复激励函数	281
10.4.1 虚电源产生的响应	282
10.4.2 复激励函数的接入	282
10.4.3 将微分方程转化为代数方程	283
10.5 相量	285
10.6 <i>R, L, C</i> 的相量关系	287
10.6.1 电阻	288
10.6.2 电感	289
10.6.3 电容	290
10.6.4 基尔霍夫定律的相量形式	290
10.7 阻抗	292
10.7.1 阻抗的串联组合	292
10.7.2 阻抗的并联组合	293
10.8 导纳	296
10.9 节点分析和网孔分析	297
10.10 叠加原理、电源变换和戴维南定理	301
10.11 相量图	306
10.12 小结与复习	310
习题	311
第 11 章 交流电路的功率分析	322
11.1 引言	322
11.2 瞬时功率	322

11.2.1	正弦激励下的功率	323
11.3	平均功率	325
11.3.1	周期波形的平均功率	325
11.3.2	正弦稳态下的平均功率	327
11.3.3	理想电阻吸收的平均功率	328
11.3.4	纯电抗元件吸收的平均功率	329
11.3.5	最大功率传输	330
11.3.6	非周期函数的平均功率	332
11.4	电流和电压的有效值	333
11.4.1	周期波形的有效值	334
11.4.2	正弦波形的有效(rms)值	334
11.4.3	利用 rms 值计算平均功率	335
11.4.4	多频率电路的有效值	335
11.5	视在功率和功率因数	337
11.6	复功率	340
11.6.1	功率测量	342
11.7	功率术语比较	345
11.8	小结与复习	346
	习题	346
第 12 章	多相电路	353
12.1	引言	353
12.2	多相系统	353
12.2.1	双下标符号	354
12.3	单相三线系统	356
12.3.1	有限导线阻抗的影响	357
12.4	三相 Y-Y 形接法	359
12.4.1	边线到边线的电压	360
12.5	Δ 形接法	365
12.5.1	Δ 形电源	367
12.6	三相系统的功率测量	370
12.6.1	瓦特计的使用	370
12.6.2	三相系统中的瓦特计	371
12.6.3	双瓦特计的方法	374
12.7	小结与复习	377
	习题	377
第 13 章	磁耦合电路	383
13.1	引言	383
13.2	互感	383

13.2.1	互感系数	383
13.2.2	同名端规则	384
13.2.3	组合的互感和自感电压	386
13.2.4	同名端规则的物理根据	386
13.3	能量考虑	391
13.3.1	M_{12} 和 M_{21} 之间的同一性	391
13.3.2	M 的上界	392
13.3.3	耦合系数	393
13.4	线性变压器	394
13.4.1	反射阻抗	394
13.4.2	T形和II形等效网络	395
13.5	理想变压器	400
13.5.1	理想变压器的匝数比	401
13.5.2	用变压器进行阻抗匹配	402
13.5.3	用理想变压器进行电压调整	403
13.5.4	时域中的电压关系	405
13.5.5	等效电路	406
13.6	小结与复习	410
	习题	410
第 14 章	复频率和拉普拉斯变换	420
14.1	引言	420
14.2	复频率	420
14.2.1	一般形式	421
14.2.2	直流的情况	421
14.2.3	指数的情况	421
14.2.4	正弦的情况	421
14.2.5	指数衰减正弦的情况	422
14.2.6	s 的物理意义	422
14.3	衰减的正弦激励函数	423
14.4	拉普拉斯变换的定义	426
14.4.1	双边拉普拉斯变换	426
14.4.2	双边拉普拉斯逆变换	427
14.4.3	单边拉普拉斯变换	427
14.5	简单时域函数的拉普拉斯变换	428
14.5.1	收敛的条件	428
14.5.2	单位阶跃函数 $u(t)$	429
14.5.3	单位冲激函数 $\delta(t-t_0)$	429
14.5.4	指数函数 e^{-at}	430
14.5.5	斜坡函数 $t u(t)$	430