

国外电子与通信教材系列

# 电路 (第六版)

Electric Circuits, Sixth Edition

[美] James W. Nilsson 著  
Susan A. Riedel

冼立勤 周玉坤 李莉 等译  
路而红 审校

Prentice  
Hall



电子工业出版社

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

国外电子与通信教材系列

# 电 路

( 第六版 )

Electric Circuits

Sixth Edition

[ 美 ] James W. Nilsson Susan A. Riedel 著

冼立勤 周玉坤 李 莉 等译

路而红 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书系统地讲述了电路中的基本概念、基本理论、基本分析和计算方法。全书共分18章。主要内容有电路基本元件、简单电阻电路分析、电路常见分析法、运算放大器基本应用电路、一阶和二阶电路的分析、正弦稳态分析及其功率计算、平衡三相电路、拉普拉斯变换及其应用、选频电路、有源滤波器、傅里叶级数及傅里叶变换和双端口网络等。书中包含丰富的例题、详尽的图表资料,且内容新,讲解透彻,是一本电路分析的优秀教材。

本书是电气、电子、计算机与自动化等本科专业电路课程的教材,也可供相关学科的科技人员自学或参考。

Simplified Chinese edition Copyright © 2002 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Electric Circuits, Sixth Edition by James W. Nilsson, Susan A. Riedel, Copyright © 2001.

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和Pearson Education培生教育出版北亚洲有限公司合作出版。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Pearson Education培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号:图字:01-2001-5092

### 图书在版编目(CIP)数据

电路(第六版)/(美)尼尔森(Nilsson, J.W.)著;洗立勤等译. -北京:电子工业出版社, 2002.6  
(国外电子与通信教材系列)

书名原文: Electric Circuits, Sixth Edition

ISBN 7-5053-7636-5

I. 电... II. ①尼... ②洗... III. 电路理论 IV. TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第041242号

责任编辑:王春宁 陶淑毅

印刷者:北京兴华印刷厂

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:51.5 字数:1318.4千字

版 次:2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

定 价:69.00元

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。



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工作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,我们通过与作者联络、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<br>杨千里 | 北京邮电大学校长、教授、博士生导师<br>总参通信部副部长、中国电子学会会士、副理事长<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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

电路是研究电路理论的基础课程。它的任务是通过本课程的学习使学生掌握电路的基本概念、基本理论和电路分析的基本方法,为学习后续课程提供必要的基础理论知识,为进一步研究电路理论打好基础。

James W. Nilsson 教授和 Susan A. Riedel 教授在大学从教几十年,荣获过多种奖励和荣誉。由两位资深教授合著的本书是美国大学本科的一本优秀教材,经过不断地改版和修订,第六版教材不仅对原有教材的部分内容进行了更加合理的调整,而且延续了原有教材的优秀之处,更加注重对学生电路基础概念的理解、解题技能的训练以及工程实践基础的培养。教材反映了最新技术与教学趋势,给面向 21 世纪的学生提供了电路分析方面的基础知识。

全书共分 18 章,内容涉及电路分析的方方面面,系统性很强。有电路基本元件,包括电阻、电感、电容和变压器等;简单电阻电路分析;电路常见分析法;运算放大器基本应用电路;一阶电路的响应;二阶电路的响应;正弦稳态分析及其功率计算;平衡三相电路;拉普拉斯变换及其在电路分析中的应用;选频电路;有源滤波器;傅里叶级数及傅里叶变换、双口网络等。书中的附录部分,包括线性联立方程组的求解、复数的介绍、耦合电感和理想变压器、分贝的概念、三角恒等式简表和积分简表等。可供我国大专院校电气、电子、计算机与自动化专业的电路课程的教师和学生作教材或教学参考书,也可供相关学科的科技人员自学或参考。

本书的特点是叙述由浅入深、由简到繁,且内容丰富、联系实际、论证严谨、系统性也很强。该书密切结合实际电路,有 12 章是以实例提出的问题开始,以实例问题的解决作为一章的结束。这些实例的选材非常有特色,选材包括用电安全问题、汽车后窗玻璃除霜器、实际电阻电路、张力计量器、组合开关、照相机的闪光灯电路、汽车点火电路、常见供电系统、加热器、电力的传输与分配、按键电话电路和低音音量控制电路等,教材从实际问题基本原理的分析开始一章的学习,接着讲述电路基础理论,最后以建立实际问题的电路模型、分析设计这些电路结束,同时在习题中再次加强对这些实际应用电路的分析与设计。我们相信,学生看到这些实际当中碰到的问题,一定会有兴趣学习电路理论,解决这些实际的电路问题。书中的每一章结束时都对讨论的主要问题及其结论给予总结,书中附有 1 000 多道习题,除常规习题以外,还增加了 PSpice 和 MATLAB 的习题,体现了先进计算工具在电路分析课程中的应用。书中对每一道例题都有详细的解题步骤和图解说明,既方便了学生的学习,也方便了教师的教学。

本书由北京电子科技学院电子信息工程系的冼立勤(第 1 章~第 7 章)、周玉坤(第 12 章~第 15 章、第 18 章和附录)、李莉(第 8 章~第 11 章)、宿淑春(第 16 章~第 17 章)翻译,全书由路而红审校和统稿。薛荣华教授对本书的翻译给予了许多指导和帮助,在此表示衷心的感谢。参加本书译录校工作并给予帮助的还有任斌、欧向波、洛乐、雍沁、刘芸、唐伟、李成友、黄长林、益西多吉、莫鹏、孙建京、周杰、邓峰、路畅、张玲、赵锋、刘海洋等同志,电子工业出版社的编辑为本书的出版做了大量艰苦细致的工作,译者谨向所有为本书的出版提供帮助的同志表示由衷的谢意。由于译者水平有限,译文中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正。

## 前 言

《电路(第六版)》对过去 15 年中广泛使用的电路教材进行了补充和修订。但是,最为重要的、长期形成的教学方法及其理论是不会改变的。本书的目标是:

- 通过一个阶段的学习,建立起对概念和思想的充分理解。由于每个新概念都建立在许多其他概念的基础之上,因此学习工程类的电路分析对学生们的挑战是巨大的。在本书中,我们更多地注意帮助学生掌握这些新概念和思想,并充分理解这些新概念和思想以及如何与以前学过的内容相互融合。
- 强调概念理解和解题方法之间的关系。培养学生的解题技能是这门课程面对的重要挑战。为了强调这种挑战,本书将通过实例和简单的作业,给出解题方法,同时为学生提供实践的机会。我们不希望把主要精力放在教会学生一些程序化的解题模式上,相反,我们强调要经过思维过程、运用对概念的理解、通过习题训练以达到解决实际问题的目的。基于这种想法,我们从教材的编写和实际应用中总结出的实例两个方面,不断强调根据概念解决问题的过程,而不是使用那些一成不变的程序化的模式。我们认为,应该鼓励学生在解题之前,针对习题展开思考,因此,我们经常会停下来,通过某个具体问题的解题过程,展开对更为广泛的问题的讨论。
- 为学生打下工程实践方面的坚实基础。在大学二年级的电路分析课程中,能够为学生提供的真正的工程实践的机会十分有限。但是,我们仍然重视对学生工程实际能力的培养,通过积极的努力,力争提供一些具有真实性和运用实际物理条件的习题和作业。我们收集了很多应用类型的练习题和习题,激发学生对工程实践的兴趣。这里的很多习题要想做出来,都需要有工程师应该具备的某种内在素质。

## 第六版有哪些新内容

我们曾经提到过,每次对《电路》的修订都是一次对本书改进的机会。很多改进的内容和建议都是我们的同事和学生们提出来的。第六版的《电路》继续按照 20 世纪 90 年代以来学生的学习风格,采纳学生们给教学提出的各种建议。我们更加看重并鼓励学生们使用他们遇到的、也许是很新奇的电路实例,同时在教科书中我们更加明确地指导学生使用计算机工具来辅助电路课程的学习,例如使用 PSpice 和 MATLAB 等工具。这方面的变化主要有:

### 内容和组织结构的变化

第六版中最重要的变化是删除了有关互感线圈的一个独立章节,其中的有些内容被放到其他章节里。我们把互感线圈的时域方程作为独立电感时域方程的一种简单扩展,以便揭开互感线圈的神秘色彩。互感的应用(也就是线性和理想变压器)在相量技术出现后有些过时。本书的修改主要归纳如下:

- 有关互感线圈的介绍,包括时域方程和点的约定等内容,都已经从第 6 章中删掉,现在第 6 章改名为“电感、电容和互感”。
- 有关实际互感的内容已经从第 8 章中删掉,二阶电路的固有响应和阶跃响应中仍然包括这些内容,还可以继续使用。
- 应用相量法以后,我们将线性变压器和理想变压器的内容加到第 9 章,变压器的习题也在第 9 章,但是,针对电力变压器的习题在第 10 章。
- 第五版的第 13 章到第 19 章在第六版中被重新编号为第 12 章到第 18 章。
- 对第 15 章有源低通和高通滤波器的设计、有源带通滤波器和带阻滤波器的内容进行了修改和扩充。
- 关于耦合电感和理想变压器的 T 型和  $\pi$  型等效电路的内容收录到附录 C 中,因为这些内容只在某些等效电路中才会涉及到。第五版附录 C 中有关电路拓扑学的内容已经删掉。

## 实例

第五版的《电路》介绍了 6 个实际问题,提供了真实电路的实例,这些实例都取自于真实的设备,例如电话、吹风机和汽车等。教材第六版中的实例增加了一倍,增加了第 4,5,7,8,9,15 章的实例。目前,共有 12 章的内容都是以简要描述实例为开始,在本章内容介绍完毕,接着是本章的小结,最后是本章实例应用的定量分析。有些与实例相关的习题同时被收进本章习题中,使用图标“◆”表示。有关实例习题的内容是用来激发学生对电路分析应用的兴趣,以便能够设计出十分有用的电路和设备来,并且能够考虑到一些更加复杂的电路。下表介绍了到哪里查找各章的实例具体说明、实例的定量分析和每个实例相关的课外作业习题。

| 说明                         | 定量分析         | 有关课外作业习题     |
|----------------------------|--------------|--------------|
| 用电安全<br>第 2 章, P. 19       | P. 39 ~ 40   | P. 47 ~ 48   |
| 后窗玻璃除霜器<br>第 3 章, P. 49    | P. 65 ~ 69   | P. 82        |
| 实际电阻电路<br>第 4 章, P. 83     | P. 124 ~ 127 | P. 146       |
| 张力计量器<br>第 5 章, P. 147     | P. 164 ~ 165 | P. 176 ~ 177 |
| 组合开关<br>第 6 章, P. 178      | P. 202 ~ 205 | P. 215 ~ 217 |
| 闪光灯电路<br>第 7 章, P. 218     | P. 253 ~ 255 | P. 281       |
| 点火电路<br>第 8 章, P. 283      | P. 311 ~ 314 | P. 323 ~ 324 |
| 常见供电系统<br>第 9 章, P. 325    | P. 366 ~ 367 | P. 382 ~ 383 |
| 加热器<br>第 10 章, P. 384      | P. 409 ~ 411 | P. 426       |
| 电力的传输与分配<br>第 11 章, P. 427 | P. 450 ~ 452 | P. 461       |
| 按键电话电路<br>第 14 章, P. 557   | P. 606 ~ 608 | P. 610 ~ 615 |
| 低音音量控制<br>第 15 章, P. 616   | P. 650 ~ 653 | P. 663 ~ 664 |

## 计算机工具的集成

计算机工具不能替代学习电路使用的传统方法,然而计算机工具对学生学习过程的理解有帮助,它们可以形象展示电路性能、证明计算方案、减少复杂电路的计算量、使用参数变量实现理想的解决方法等。计算机工具的支持作用在设计过程中常常是无法估量的。

在第六版我们引进了两种常用的计算机工具:PSpice 和 MATLAB,同时在教科书中使用图标识章节中的相关习题,以便能够分辨适合使用哪种工具解题。图标 P 表示习题可以使用 PSpice,图标 M 表示习题可以使用 MATLAB。此外,教师还可以得到这些针对 PSpice 和 MATLAB 习题的仿真文件。

## 设计重点

我们将继续支持并强调使用几种方式设计电路。首先,新的实例问题的讨论主要集中在电路设计方面,附加的本章习题继续讨论这些实例中的设计问题。其次,针对本章习题的设计使用图标“◇”明确标识,可以帮助学生和教师了解这些习题的重点。第三,适合使用 PSpice 和 MATLAB 分析的习题提供了使用一种或两种计算机工具设计电路的机会。

## 教材设计和教学特性

第六版坚持了第五版中推出的成功设计,主要包括以下方面:

- 实例的介绍,含在 12 章中,位于每章的开始部分。
- 实例的应用举例,位于各章的结尾部分。
- 实例的相关习题,在每章的习题部分,均标有图标“◆”,方便参考。
- 设计习题在每章习题部分,使用图标“◇”表示,方便参考。
- PSpice 习题在每章习题部分,使用 P 表示,方便参考。
- MATLAB 习题在每章习题部分,使用 M 表示,方便参考。

## 例题、练习题和课外作业习题

### 可求出数字解答的例题

可求出数字解答的例题在整个教科书中被广泛使用,帮助学生理解理论如何应用在电路分析中。因为许多学生评价例题的作用高于教科书的任何其他内容,所以这些例题提供了一个十分重要的机会,影响学生们的解题习惯。本书中例题的性质和格式可以说就是整个教科书教学方法的充分体现。我们在提出一种解法的时候,总要特别强调它在解题中的重要作用,正如前面提到的,要把解题的过程作为一种对概念理解的思维过程。我们之所以强调这种思想(甚至在解简单习题时),是希望与学生沟通,让这种解题方法帮助学生处理今后遇到的更为复杂的习题。这些例题的特点是:

- 鼓励学生在找出解决方案之前研究习题或电路,进行初步观察。
- 强调把独立阶段的解决方案作为系统解决习题的一个部分,不建议使用机械的解题程序。

- 探索决策方案,这就是说,我们经常会遇到需要从多种不同的解决方法中做出选择的情况。
- 建议学生对结果提出疑问,强调重视检查和测试,根据学生学到的电路理论和实际经验求得答案。

## 练习题

教材中的练习题是为了让学生有机会检验对刚学过的内容的理解,以便提醒学生,在学习下一节之前,停下来做一些练习。大约半数以上的练习题是新的或经过修改的。

## 课外作业习题

《电路》的读者高度评价课外作业习题,这是本书最吸引人的特点之一。在第六版中,大约收集了1 000道习题。这些习题是围绕着下列目标设计的(括号内是《教师手册》中可以找到的习题相应的类目,同时还有图解习题编号):

- 让学生使用教科书中讲授的分析技术进行练习(练习;参阅习题 4.7)
- 向学生说明分析技术是工具,而不是目标(分析工具;参阅习题 4.2)
- 让学生选择分析方法,获得解决方案的训练(开放方法;参阅习题 4.49)
- 向学生说明一种解法的结果可以被用做查找其他电路运行的信息(其他信息;参阅习题 4.76)
- 鼓励学生挑战解决方法,使用其他方法,或者测试这些解决方法,看是否符合所学的电路特性(解决方法检查;参阅习题 4.52)
- 建议学生进行面向问题的设计(解决方法;参阅习题 10.66)
- 让学生进行实践,推导和创建公式,重点集中在电路变量的函数推导上,这些电路变量有  $R, L, C, \omega$  等。这种类型的习题也是一种设计过程(推导;参阅习题 9.27)
- 通过习题让学生得到锻炼,激发他们在电学方面和计算机工程方面的兴趣(实践;参阅习题 3.68)

## 预备知识

在撰写教科书的前12章过程中,我们假定读者已经通过了基本微积分课程的学习。我们还假定读者已经学习了高中或大学的物理学概论课程,了解了能源、动力、电荷、电流、电位和电磁场等内容。在撰写最后6章中,我们假定学生已经学习了微分方程方面的基础课程。

## 课程选择

本教科书设计作为一学期、两学期或三季度课程使用。

- 一学期课程:在完成第1~4章和第6~10章(省略7.7和8.5节)之后,教师可以从第5章(运算放大器)、第11章(三相电路)、第13、14章(拉普拉斯法)和第18章(双口电路)中选择,进行重点教学。
- 两学期顺序:假定每周三讲,第一学期可以完成前9章的内容,第二学期学习剩下的第

10~18 章。

- 教学季度计划:本书可以分成三部分:第 1~6 章、第 7~12 章和第 13~18 章。

有关运算放大器电路的介绍可以省略,不会影响读者继续后面内容的学习。例如,如果第 5 章省略了,教师可以直接跳过 7.7 节、8.5 节、第 15 章和第 5 章后面有关运算放大器方面的习题和练习题。

本书后面的附录可以帮助读者更有效地运用他们的数学基础知识。附录 A 可以复习线性联立方程组的求解和简单矩阵代数的克莱姆法则。附录 B 中复习了复数。附录 C 中包含了互耦线圈和理想变压器的内容。附录 D 包含有关分贝的简单讨论。附录 E 为电路分析中使用的三角恒等式简表。附录 F 收录了积分简表。

## 增补

我们努力编写了本书的增补部分,目的是提高和扩大第六版的影响。学生和教授们随时都面临着挑战,由于有限的课堂时间和精力等方面的原因,更重要的是新的信息和技术对电路课程的渗透。通过这个增补,我们相信我们能够成功且更有效地面对这些挑战。

### PSpice 在电路中的应用

这部分的增补内容单独成册出版,以促进计算机的使用。从第五版以来,PSpice 一书已经进行了广泛的修订,最重要的是删除了原有 Spice“编程语言”的内容。现在,电路被描述为 PSpice,可以用电路图进行求解,开发这种图解的技术被收录到了增补内容中。这一增补的内容继续按照教科书的次序介绍 PSpice,并进行了一些小的改动,以适应教科书的修订。

### 教师手册

教师手册可以帮助教授们迅速找到教科书中的内容和增补内容。为便于参考,在每章后面还提供了以下信息:

- 本章概述
- 习题分类
- 习题章节参考
- 例题列表

### 解答手册

解答手册包含了第六版中全部 900 个习题,外加每章后面的习题的解法以及需要的图表。手册有两卷,第一卷包括第 1~9 章的习题,第二卷包括第 11~18 章的习题。这些增补都经过数名教师准确复查,所有使用本书的教学人员都可以免费索取。本手册不得出售给学生。解答手册中还附带了一张软盘,包含 PSpice 和 MATLAB 所有习题解法的文件。

## 教学支持说明

本书系我社获全球最大的教育出版集团——Pearson Education Group 独家授权之英文原版 / 简体中文版。

Pearson Education 旗下的国际知名教育图书出版公司 Prentice Hall, 以其高品质的电子与通信类出版物而享誉全球教育界、工商界、技术界, 成为全美及全球高校采用率最高的教材。为秉承 Prentice Hall 出版公司对于教材类产品的一贯教学支持, 我社特获独家授权影印本书的教师指导手册和习题解答, 向采纳本书作为教材的教师免费提供。

获取相关教师指导手册和习题解答的教师烦请填写如下情况调查表, 以确保此教学辅导材料仅为教师获得。  
情况调查表如下所示:

### 证 明

兹证明\_\_\_\_\_大学\_\_\_\_\_系 / 院\_\_\_\_\_专业\_\_\_\_\_学年 (学期)  
开设的\_\_\_\_\_课程, 共\_\_\_\_\_学时, 现采用电子工业出版社出版的英文原版 / 简体中文  
版\_\_\_\_\_ (书名 / 作者) 作为主要教材。任课教师为\_\_\_\_\_, 学生\_\_\_\_\_个班共\_\_\_\_\_人。

任课教师需要与本书配套的教师指导手册和习题解答。

电 话: \_\_\_\_\_  
传 真: \_\_\_\_\_  
E-mail: \_\_\_\_\_  
联系地址: \_\_\_\_\_  
邮 编: \_\_\_\_\_

建议和要求:

系 / 院主任: \_\_\_\_\_ (签字)

(系 / 院办公室章)

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

本书还配有其他教学辅导资料, 相关事宜敬请访问 Pearson Education Group 的相关网站: <http://www.pearsoned.com>。

请与我们联系



Publishing House of Electronics Industry  
电子工业出版社  
Tel: 8610-68270519  
Fax: 8610-68270516  
E-mail: [Te\\_service@phei.com.cn](mailto:Te_service@phei.com.cn)



Pearson Education Beijing Office  
培生教育出版集团北京办事处  
Tel: 8610-6891 7488 / 6891 6659  
Fax: 8610-68917499  
E-mail: [service@pearsoned.com.cn](mailto:service@pearsoned.com.cn)

# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 第 1 章 电路变量 .....                  | 1  |
| 1.1 电气工程概述 .....                  | 1  |
| 1.1.1 电路理论 .....                  | 3  |
| 1.1.2 解决问题 .....                  | 5  |
| 1.2 国际单位制 .....                   | 6  |
| 1.3 电路分析概述 .....                  | 8  |
| 1.4 电压和电流 .....                   | 9  |
| 1.5 理想基本电路元件 .....                | 10 |
| 1.6 功率和能量 .....                   | 11 |
| 小结 .....                          | 13 |
| 习题 .....                          | 14 |
| 第 2 章 电路元件 .....                  | 19 |
| 实例:用电安全一 .....                    | 19 |
| 2.1 电压源和电流源 .....                 | 20 |
| 2.2 电阻(欧姆定律) .....                | 23 |
| 2.3 电路模型结构 .....                  | 26 |
| 2.4 基尔霍夫定律 .....                  | 29 |
| 2.5 含受控源电路的分析 .....               | 35 |
| 实例:用电安全二 .....                    | 39 |
| 小结 .....                          | 40 |
| 习题 .....                          | 41 |
| 第 3 章 简单电阻电路 .....                | 49 |
| 实例:后窗玻璃除霜器一 .....                 | 49 |
| 3.1 电阻的串联 .....                   | 50 |
| 3.2 电阻的并联 .....                   | 51 |
| 3.3 分压电路 .....                    | 53 |
| 3.4 分流电路 .....                    | 56 |
| 3.5 测量电压和电流 .....                 | 57 |
| 3.6 惠斯登电桥 .....                   | 60 |
| 3.7 三角形-星形( $\pi$ 形-T形)等效电路 ..... | 62 |
| 实例:后窗玻璃除霜器二 .....                 | 65 |
| 小结 .....                          | 69 |
| 习题 .....                          | 70 |
| 第 4 章 电路分析法 .....                 | 83 |
| 实例:实际电阻电路一 .....                  | 83 |

|            |                   |            |
|------------|-------------------|------------|
| 4.1        | 术语                | 84         |
| 4.1.1      | 描述电路的词汇           | 84         |
| 4.1.2      | 需要多少个联立方程         | 86         |
| 4.1.3      | 举例说明系统方法          | 86         |
| 4.2        | 节点电压法             | 88         |
| 4.3        | 节点电压法和非独立源        | 91         |
| 4.4        | 节点电压法的特例          | 92         |
| 4.4.1      | 超节点的概念            | 93         |
| 4.4.2      | 电流表电路的节点电压分析      | 94         |
| 4.5        | 网孔电流法             | 96         |
| 4.6        | 网孔电流法和非独立源        | 99         |
| 4.7        | 网孔电流法的特例          | 100        |
| 4.7.1      | 超网孔的概念            | 101        |
| 4.7.2      | 放大电路的网孔电流分析       | 102        |
| 4.8        | 节点电压法与网孔电流法的比较    | 103        |
| 4.9        | 电源变换              | 107        |
| 4.10       | 戴维南与诺顿等效电路        | 111        |
| 4.10.1     | 求戴维南等效电路          | 111        |
| 4.10.2     | 诺顿等效              | 113        |
| 4.10.3     | 使用电源变换            | 113        |
| 4.11       | 导出戴维南等效电路的补充      | 115        |
| 4.11.1     | 戴维南等效用于放大电路       | 117        |
| 4.12       | 最大功率传输            | 118        |
| 4.13       | 叠加法               | 121        |
|            | 实例:实际电阻电路二        | 124        |
|            | 小结                | 127        |
|            | 习题                | 128        |
| <b>第5章</b> | <b>运算放大器</b>      | <b>147</b> |
|            | 实例:张力计量器一         | 147        |
| 5.1        | 运算放大器端子           | 148        |
| 5.2        | 端电压和端电流           | 149        |
| 5.3        | 反相放大器电路           | 153        |
| 5.4        | 求和放大器电路           | 155        |
| 5.5        | 同相放大器电路           | 156        |
| 5.6        | 差分放大器电路           | 157        |
| 5.6.1      | 关于差分放大器的其他问题      | 158        |
| 5.6.2      | 衡量差分放大器性能的共模抑制比   | 159        |
| 5.7        | 实际的运算放大器模型        | 161        |
| 5.7.1      | 用实际的运放模型分析同相放大器电路 | 163        |
|            | 实例:张力计量器二         | 164        |

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 小结                                                    | 165        |
| 习题                                                    | 166        |
| <b>第6章 电感、电容和互感</b>                                   | <b>178</b> |
| 实例:组合开关一                                              | 178        |
| 6.1 电感                                                | 179        |
| 6.1.1 用电感上的电压表示电感中的电流                                 | 180        |
| 6.1.2 电感中的功率和能量                                       | 182        |
| 6.2 电容                                                | 185        |
| 6.3 电感和电容的串并联                                         | 189        |
| 6.4 互感                                                | 192        |
| 6.4.1 确定点标记的过程                                        | 193        |
| 6.5 更详细地讨论互感                                          | 196        |
| 6.5.1 复习自感                                            | 196        |
| 6.5.2 互感的概念                                           | 197        |
| 6.5.3 用自感表示互感                                         | 199        |
| 6.5.4 能量计算                                            | 200        |
| 实例:组合开关二                                              | 202        |
| 小结                                                    | 205        |
| 习题                                                    | 206        |
| <b>第7章 一阶 <math>RL</math> 和 <math>RC</math> 电路的响应</b> | <b>218</b> |
| 实例:闪光灯电路一                                             | 218        |
| 7.1 $RL$ 电路的固有响应                                      | 219        |
| 7.1.1 推导电流表达式                                         | 220        |
| 7.1.2 时间常量的意义                                         | 222        |
| 7.2 $RC$ 电路的固有响应                                      | 226        |
| 7.2.1 推导电压表达式                                         | 226        |
| 7.3 $RL$ 和 $RC$ 电路的阶跃响应                               | 230        |
| 7.3.1 $RL$ 电路的阶跃响应                                    | 230        |
| 7.3.2 $RC$ 电路的阶跃响应                                    | 235        |
| 7.4 阶跃响应和固有响应的解决方案                                    | 237        |
| 7.5 按序换路                                              | 244        |
| 7.6 无限响应                                              | 249        |
| 7.7 积分放大器                                             | 250        |
| 实例:闪光灯电路二                                             | 253        |
| 小结                                                    | 255        |
| 习题                                                    | 256        |
| <b>第8章 <math>RLC</math> 电路的固有响应和阶跃响应</b>              | <b>283</b> |
| 实例:点火电路一                                              | 283        |
| 8.1 并联 $RLC$ 电路固有响应的介绍                                | 285        |
| 8.1.1 二阶微分方程的一般解法                                     | 285        |

|        |                       |     |
|--------|-----------------------|-----|
| 8.2    | 并联 $RLC$ 电路固有响应的形式    | 288 |
| 8.2.1  | 过阻尼电压响应               | 289 |
| 8.2.2  | 欠阻尼电压响应               | 292 |
| 8.2.3  | 欠阻尼响应特性               | 294 |
| 8.2.4  | 临界阻尼电压响应              | 295 |
| 8.3    | 并联 $RLC$ 电路的阶跃响应      | 297 |
| 8.3.1  | 间接法                   | 298 |
| 8.3.2  | 直接法                   | 299 |
| 8.4    | 串联 $RLC$ 电路的固有响应和阶跃响应 | 303 |
| 8.5    | 含两个集成运放的电路            | 307 |
| 8.5.1  | 具有反馈电阻的两级运算放大电路       | 309 |
|        | 实例:点火电路二              | 311 |
|        | 小结                    | 314 |
|        | 习题                    | 315 |
| 第9章    | 正弦稳态分析                | 325 |
|        | 实例:常见供电系统一            | 325 |
| 9.1    | 正弦信号源                 | 325 |
| 9.2    | 正弦响应                  | 329 |
| 9.3    | 相量                    | 330 |
| 9.3.1  | 反相量变换                 | 331 |
| 9.4    | 频域下的无源电路元件            | 334 |
| 9.4.1  | 电阻的伏安特性               | 334 |
| 9.4.2  | 电感的伏安特性               | 334 |
| 9.4.3  | 电容的伏安特性               | 336 |
| 9.4.4  | 阻抗和电抗                 | 336 |
| 9.5    | 频域下的基尔霍夫定律            | 337 |
| 9.5.1  | 频域下的基尔霍夫电压定律          | 337 |
| 9.5.2  | 频域下的基尔霍夫电流定律          | 338 |
| 9.6    | 串联、并联和三角形-星形变换        | 338 |
| 9.6.1  | 并联阻抗和串联阻抗的合并          | 338 |
| 9.6.2  | 三角形-星形变换              | 343 |
| 9.7    | 电源变换以及戴维南-诺顿等效电路      | 346 |
| 9.8    | 节点电压法                 | 350 |
| 9.9    | 网孔电流法                 | 351 |
| 9.10   | 变压器                   | 353 |
| 9.10.1 | 线性变压器电路分析             | 353 |
| 9.10.2 | 反映阻抗                  | 354 |
| 9.11   | 理想变压器                 | 357 |
| 9.11.1 | 探索极限值                 | 357 |
| 9.11.2 | 确定电压和电流比              | 358 |