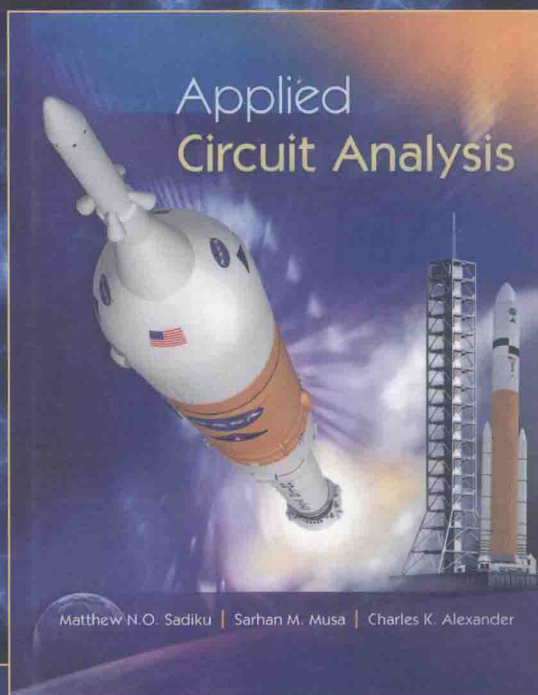


应用电路分析

[美] Matthew N.O. Sadiku Sarhan M. Musa Charles K. Alexander 著
苏育挺 王建 张承乾 宫霄霖 译

*Applied Circuit
Analysis*

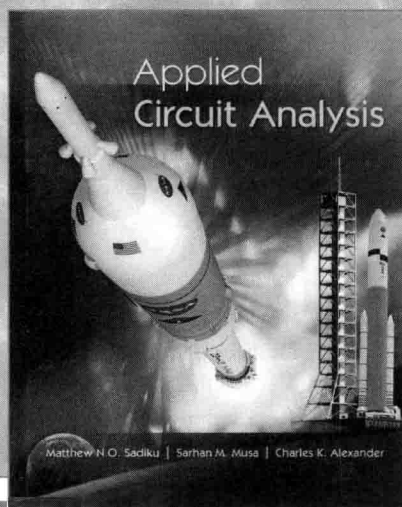


TM133
85

应用电路分析

[美] Matthew N.O. Sadiku Sarhan M. Musa Charles K. Alexander 著
苏育挺 王建 张承乾 宫霄霖 译

*Applied Circuit
Analysis*



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

应用电路分析 / (美) 萨迪库 (Sadiku, M. N. O.) 等著; 苏育挺等译. —北京: 机械工业出版社, 2014.8

(国外电子与电气工程技术丛书)

书名原文: Applied Circuit Analysis

ISBN 978-7-111-47077-9

I. 应… II. ①萨… ②苏… 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 (2014) 第 131099 号

本书版权登记号: 图字: 01-2012-5870

Matthew N.O. Sadiku; Sarhan M. Musa; Charles K. Alexander : Applied Circuit Analysis (0-07-802807-8) .

Copyright © 2014 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 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。

本书阐述线性电路的分析方法, 可作为工程技术专业“线性电路分析”课程的教材。全书分为两部分, 第一部分包括第 1 ~ 10 章, 主要介绍直流电路, 内容包括: 电路的基本概念、电阻、电容、电感、串联电路、并联电路和串并联电路及其分析方法等; 第二部分包括第 11 ~ 19 章, 主要介绍交流电路, 内容包括: 交流电压和电流、相量和阻抗、正弦稳态分析、谐振、频率响应、波特图、三相电压、变压器、二端口网络等。

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: 谢晓芳

责任校对: 殷 虹

印 刷: 藁城市京瑞印刷有限公司

版 次: 2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm × 260mm 1/16

印 张: 29.5

书 号: ISBN 978-7-111-47077-9

定 价: 99.00 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: hzsj@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”作为姊妹篇也越来越多被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,我们的联系方式如下:

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



华章教育

华章科技图书出版中心

译者序

本书以电路知识和电路分析方法为主体,辅以典型例题和实际应用实例,并穿插介绍电子工程相关历史人物和专业介绍,是一本侧重于工程应用的优秀电路分析教材。

全书分为直流电路和交流电路两部分,涵盖了大学工科电类本科生所应掌握的基本电路知识。本书内容清晰明了,内容编排与体系结构合理,非常符合课堂教学规律。

本书最大的特点是突出了教学内容的实际应用。书中每一章都给出了结合实际应用问题的具体实例,这些实例大都与人们的日常生活密切相关,通过阅读并理解这些实例,读者可以对书本内容讲述的理论知识有更深地理解。书中还精心编排了大量的例题和练习,旨在加深读者对基本概念和基本方法的理解。书中使用面向 Window 的 PSpice 软件为工具,并介绍了 Multisim 和 Matlab 两种流行的教学工具软件,将课程内容和计算机辅助设计(CAD)和分析工具紧密联系在一起,实现了理论与实际的结合。

本书的另一特点是作者在每章均以世界名人名言开头,介绍对本学科有重大贡献的科学家的生平事迹,并对相关学科做适当介绍,以扩展读者的知识面,与读者分享如何提升学习能力、走向成功的经验。

本书的编排美观,公式清晰,图表准确,内容精炼,篇幅适中,这使得本书成为一本非常适合读者自学的教材。

天津大学电子信息工程系“电路分析”课程组的苏育挺、宫霄琳、张承乾、王建等老师参与了该书的翻译工作。其中,本书的前言、第1、2、3、附录由苏育挺翻译;第7、9、10、13、15章由宫霄琳翻译;第4、5、17、18、19章由王建翻译;第6、8、11、12、14、16章由张承乾翻译,最后由苏育挺教授审阅了全书。

本书翻译稿虽经多次审阅修正,但不难免有不妥和疏漏之处,恳请广大读者不吝指正。

译者

2014年6月

于天津大学北洋园

前言

本书试图为工程技术专业的学生呈现一种比其他教材更为清晰、生动、易于理解的电路分析方法。这一目标的实现有赖于如下若干途径。

- 对于电气工程技术专业的学生而言，电路分析可能是他们最早接触到的课程。为了帮助学生轻松地熟悉所学内容，每章均通过讲述一个历史人物或者探讨职业取向开始，然后通过引言将该章内容与前面章节的内容衔接起来，同时提出本章学习的主要目的。最后，每章末尾会对本章要点及相关公式进行总结。
- 简洁清楚、顺理成章、循序渐进地介绍所有原理，尽可能避免赘述，避免讲述过多可能掩饰概念、妨碍整体内容理解的细节。
- 教材中的重要公式均加以方框，以帮助学生分清主次。同时，为了确保学生能清晰地掌握内容主旨，关键词均给出明确的定义。
- 每节末尾都会给出大量切实可行的例题，它们是本教材的重要组成部分，并对每道例题做出了详细清楚的解释。这些例题可以帮助学生更好地理解解题过程，有助于培养学生独立解决问题的自信心。部分例题给出了两到三种求解方式，以帮助同学理解和比较不同的解题方法，加深对所学内容的理解。
- 为了给学生锻炼的机会，每一道例题后面都紧跟一个练习题，并给出答案。学生可以参照例题一步步地对练习题进行求解，无需到处查阅，也不用看书后答案。这些练习题也可以测试学生理解当前例题的情况，从而在学习下一节之前，加强学生对所学内容的理解。
- 每章最后一节专门介绍与本章概念相关的实际应用。这部分内容至少包括一个实际问题或者实际器件，以帮助学生了解所学概念是如何应用于实际问题的。
- 每章末尾还给出了十道带有答案的多项选择题作为复习题。这些复习题旨在提供例题或者练习题中未涉及的一些解题的小窍门。可以将其作为自测练习，帮助学生了解自己对本章内容的掌握程度。
- 按照 ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, 美国工程技术认证委员会) 对集成计算机工具的要求，鼓励学生使用 PSpice 和 Multisim 等计算机辅助分析软件。附录 C 给出了 PSpice 的 Windows 版手册，附录 D 对 Multisim 进行了介绍。本书使用了这些软件的最新版软件包。我们也鼓励学生使用 TI-89 和 MATLAB 软件进行数值计算。

组织结构

本书可以作为两或三学期的线性电路分析课程的教材。教师也可以选择适当的章节，将其用作一学期课程的教材。全书分为两部分。第一部分包括第 1~10 章，主要介绍直流电路。第二部分包括第 11~19 章，主要介绍交流电路。这两部分所包含的内容已经超过了两学期课程的需求，因此，教师应根据需要选

择必要的章节。书中带剑号的各节内容可以略去不讲或者简要讲解，也可以作为学生的作业。

对先修课程的要求

作为电路分析的基础课程，在学习本书之前需要先修物理学。虽然熟悉有关复数的知识对学习本书后半部分内容有所帮助，但这并不是必须掌握的内容。

致谢

特别感谢 Robert Prather 和 Warsame Ali 博士在 Multisim 软件开发方面的帮助。感谢普雷里维尤农工大学工程学院院长 Kendall Haris 博士的支持，并对 John Attia 博士的支持和理解致以谢意。同时，我们还要感谢 Karl J. Huehen 博士对本书的所有内容及习题解答进行了详细审核。对麦格劳—希尔出版集团的朋友（Raghu Srinivasan、Darlene Schueller、Lora Neyens、Curt Reynolds、Lisa Brufloft、Margarite Reynolds、LouAnn Wilson、Ruma Khurana 和 Dheeraj Chahal）所给予的真知灼见和帮助表示深深的感谢。

对本书提过建设性意见和评论的下面各位，本书也一并表示感谢。他们是：

Ryan Beasley, 得克萨斯州农工大学

Michael E. Brumbach, 纽约技术学院

Thomas Cleaver, 路易斯维尔大学

Walter O. Craig III, 南方大学

Chad Davis, 俄克拉荷马大学

Mark Dvorak, 明尼苏达州立大学曼卡多分校

Karl Huehne, 印第安纳大学与普渡大学印第安纳波利斯分校

Rajiv Kapadia, 明尼苏达州立大学曼卡多分校

Mequanint Moges, 休斯敦大学

Jerry Newman, 孟菲斯大学

Brian Norton, 俄克拉何马州立大学

Norali Pernalet, 加州州立理工大学波莫纳分校

John Ray, 路易斯安那理工大学

Barry Sherlock, 北卡罗来纳州大学夏洛特分校

Ralph Tanner, 西密西根大学

Wei Zhan, 得克萨斯州农工大学

M. N. O. Sadiku, S. M. Musa 和 C. K. Alexander

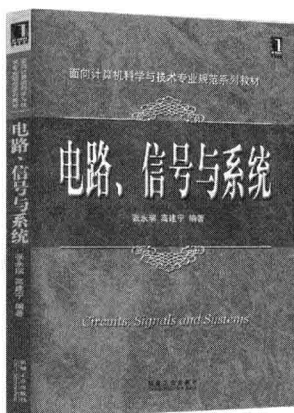
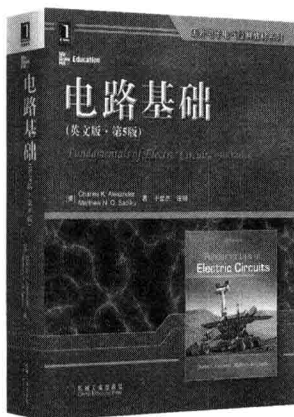
致学生

这很可能是你在电气工程技术专业中所学的最早的课程之一。电气工程技术是一门激动人心且富有挑战的学科，但也可能使学生知难而退。本书希望避免这样的事情发生。一本好的教材和一位好的教授的讲解会有很好的辅助效果，但是，只有学生自己才是学好课程最关键的因素。因此，只要谨记下述各点理念，你就会很好地把握本门课程。

- 本课程是电气工程技术学科的基础，绝大多数相关的电气工程课程均以此门课程作为理论基础。因此，希望你定期学习本门课程。
- 在学习过程中，解决实际问题的方法是一个必不可少的环节。最好的学习方法就是尽量多地解决问题，先从每道例题后面的练习题开始，一直到每章最后的习题。习题前面的星号表示该题具有一定的难度。
- Spice，作为一种计算机电路分析程序，其使用将贯穿整个教材。PSpice，作为 Spice 的微机版，成为绝大多数大学里最受欢迎的标准电路分析程序。附录 C 将对 Windows 操作界面下的 PSpice 进行相关介绍。努力学习这款软件，因为可以用它检查任何电路问题，也能学会正确的解题思路和方法。
- 作为另一种可以辅助仿真的工具，Multisim 是一个真正的电子工作台（EWB），通过绘制电路图、部件和仪表来完成。附录 D 对该软件进行了简单介绍。
- MATLAB 软件包在电路分析以及将要学习的其他课程中都大有用处。附录 E 给出的简要教程，可以帮助你入门。针对 MATLAB，最好的学习方法是在使用前先掌握一些命令。
- 在每章末尾都会有一节来讲述该章内容是如何应用于实际生活中的。对你而言，这部分内容的概念既新颖又高深。无疑，你将在其他课程中学到更多细节。这里，我们主要想让你对这些想法有一个大致的熟悉。
- 每章末尾的问题回顾会帮助你发现课堂或教材中没有提到的诀窍技巧。

附录 A 简要介绍联立方程的求解，附录 B 介绍复数，附录 C 介绍 Windows 版本的 PSpice，附录 D 介绍 Multisim，附录 E 介绍 MATLAB，附录 F 介绍 TI-89 Titanium 计算器，附录 G 给出奇数编号习题的答案。

推荐阅读



电路基础（英文版·第5版）

作者：（美）Charles K. Alexander 等 于歆杰 注释 ISBN: 978-7-111-41184-0 定价：129.00元
中文版 5/e 预计出版时间：2013年8月

本书是一本电类各专业“电路”课程的经典教材，被美国众多名校采用，是美国最有影响力的“电路”课程教材之一。本书每章开始增加了中文“导读”，适合用做高校“电路”课程双语授课或英文授课的教材。本书前4版获得了极大的成功，第5版以更清晰、更容易理解的方式阐述了电路的基础知识和电路分析方法，并反映了电路领域的最新技术进展。全书总共包括2447道例题和各类习题，并在书后给出了部分习题答案。

电路、信号与系统

作者：张永瑞 高建宁 ISBN: 978-7-111-28824-4 定价：35.00元

内容选材合理、取舍恰当，新器件、新方法介绍适度，符合教指委制定的专业规范要求。基本概念讲授准确、透彻，注重物理概念阐述，必要的定理推导简明扼要，思路清晰、严谨，结论明确；常用的分析方法讲述步骤清楚有条理，举例类型多，结合工程实际，具有启发性；电路定理阐述简练，应用范围、条件明确，使用中应注意的问题归纳详尽。适合作为计算机专业“电路”课程教材。

电路与模拟电子技术

作者：黄锦安 付文红 ISBN: 978-7-111-25228-3 定价：38.00元

本书根据高等学校电子与电气信息类基础课程教学指导分委员会关于“电路分析基础”和“模拟电子技术”课程教学的基本要求，结合计算机及其他少学时专业的教学特点，统筹安排了电路理论与模拟电子技术的基本知识。尤其适合作为普通高等院校计算机、电子信息工程等专业的本科生教材，也可作为相关工程技术人员的学习参考用书。

目 录

出版者的话

译者序

前言

致学生

第一部分 直流电路

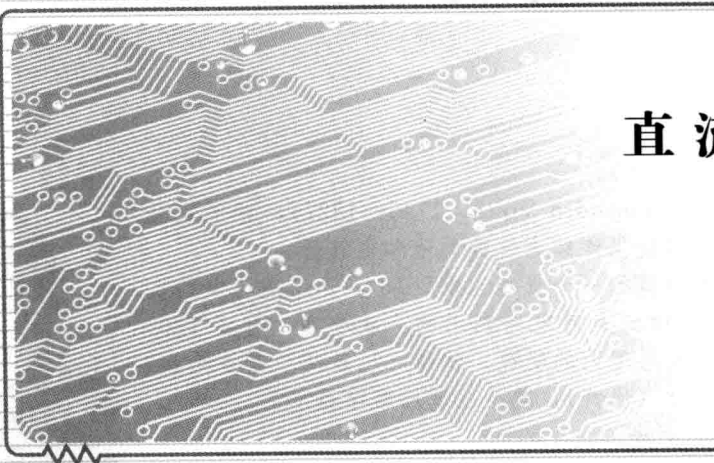
第 1 章 基本概念	2
1.1 引言	2
1.2 国际单位制	3
1.3 科学记数法和工程记数法	4
†1.4 科学计算器	5
1.5 电荷与电流	7
1.6 电压	9
1.7 功率与能量	10
1.8 应用	11
1.9 本章小结	13
复习题	14
习题	14
综合题	16
第 2 章 电阻	17
2.1 引言	17
2.2 电阻	17
2.3 欧姆定律	19
2.4 电导	21
2.5 圆形导线	21
2.6 电阻的类型	23
2.7 电阻的色码	25
2.8 标称电阻值	27
2.9 应用: 测量	27
2.10 电气安全保护措施	29
2.11 本章小结	30
复习题	30
习题	31

第 3 章 功率和能量	34
3.1 引言	34
3.2 功率和能量	35
3.3 电路功率	35
3.4 功率符号规则	37
3.5 电阻元件的额定功率	37
3.6 效率	38
3.7 熔丝、断路器和接地故障 断路器	39
3.8 应用: 瓦特表和瓦-时表	40
3.9 本章小结	42
复习题	42
习题	42
第 4 章 串联电路	46
4.1 引言	46
4.2 节点、支路和回路	46
4.3 电阻的串联	48
4.4 基尔霍夫电压定律	49
4.5 串联电压源	52
4.6 分压电路	52
4.7 接地	54
4.8 计算机辅助分析	55
4.9 应用	56
4.10 本章小结	57
复习题	57
习题	58
第 5 章 并联电路	64
5.1 引言	64
5.2 并联电路	65
5.3 基尔霍夫电流定律	66
5.4 并联电流源	67
5.5 电阻并联	69
5.6 分流电路	71

5.7 计算机辅助分析	74	8.7 最大功率传输定理	160
5.8 故障排除	75	†8.8 弥尔曼定理	162
†5.9 应用	77	†8.9 置换定理	164
5.10 本章小结	78	†8.10 互易定理	165
复习题	78	8.11 计算机软件验证电路定理	167
习题	79	†8.12 应用: 电源建模	170
第6章 串-并联电路	85	8.13 本章小结	172
6.1 引言	85	复习题	173
6.2 串-并联电路的分析	86	习题	174
6.3 梯形网络	91	第9章 电容	183
6.4 受控源	92	9.1 引言	183
6.5 仪表的负载效应	94	9.2 电容简介	184
6.6 计算机辅助分析	96	9.3 电场	186
†6.7 应用: 惠斯通电桥	98	9.4 电容的种类	187
6.8 本章小结	99	9.5 电容的串联和并联	189
复习题	99	9.6 电流-电压关系	192
习题	100	9.7 电容的充电和放电	194
第7章 分析方法	107	9.8 计算机分析	198
7.1 引言	108	9.9 故障诊断	201
7.2 网孔分析法	108	9.10 应用实例	201
7.3 含有电流源的网孔分析法	113	9.11 本章小结	204
7.4 节点分析法	115	复习题	204
7.5 含有电压源的节点分析法	121	习题	205
†7.6 基于观察法的节点分析与网孔 分析	124	第10章 电感	211
7.7 节点分析法与网孔分析法的 比较	127	10.1 引言	211
†7.8 Δ -Y 转换	128	10.2 电磁感应	212
7.9 计算机分析	131	10.3 电感简介	213
†7.10 应用: 直流晶体管电路	133	10.4 能量存储和直流稳态	214
7.11 本章小结	135	10.5 电感的种类	216
复习题	135	10.6 电感的串联与并联	216
习题	136	10.7 RL 暂态电路	218
第8章 电路定理	144	10.8 计算机分析	221
8.1 引言	144	†10.9 应用实例	223
8.2 线性特性	145	10.10 本章小结	225
8.3 叠加定理	146	复习题	226
8.4 电源变换	149	习题	226
8.5 戴维南定理	152	第二部分 交流电路	
8.6 诺顿定理	156	第11章 交流电压和电流	234
		11.1 引言	234

11.2 交流发电机	235	14.7 功率因数校正	305
11.3 正弦量	236	†14.8 应用	307
11.4 相位关系	238	14.9 本章小结	310
11.5 平均值和有效值	239	复习题	311
11.6 示波器	242	习题	311
11.7 真有效值表	243	第 15 章 谐振	316
11.8 本章小结	243	15.1 引言	316
复习题	243	15.2 串联谐振	317
习题	244	15.3 品质因数	319
第 12 章 相量和阻抗	246	15.4 并联谐振	321
12.1 引言	246	15.5 计算机分析	323
12.2 相量和复数	247	15.6 应用实例	327
12.3 电路元件的相量关系	251	15.7 本章小结	329
12.4 阻抗和导纳	253	复习题	329
12.5 阻抗合并	255	习题	330
12.6 计算机辅助分析	259	第 16 章 频率响应和波特图	333
†12.7 应用	261	16.1 引言	333
12.8 本章小结	264	16.2 分贝表示法	334
复习题	264	16.3 传输函数	338
习题	265	16.4 波特图	340
第 13 章 正弦稳态分析	270	16.5 滤波器	347
13.1 引言	270	16.6 计算机辅助分析	352
13.2 网孔分析法	271	16.7 应用	355
13.3 节点分析法	273	16.8 本章小结	357
13.4 叠加定理	276	复习题	358
13.5 电源变换	279	习题	358
13.6 戴维南等效电路与诺顿等效 电路	280	第 17 章 三相电路	363
13.7 计算机分析	283	17.1 引言	364
13.8 本章小结	285	17.2 三相发电机	365
复习题	285	17.3 对称三相电压	365
习题	286	17.4 对称 Y-Y 联结	368
第 14 章 交流功率分析	292	17.5 对称 Y- Δ 联结	370
14.1 引言	292	17.6 对称 Δ - Δ 联结	372
14.2 瞬时功率与平均功率	293	17.7 对称 Δ -Y 联结	374
14.3 最大平均功率传输	295	17.8 对称系统中的功率	376
14.4 视在功率与功率因数	298	†17.9 非对称三相系统	380
14.5 复功率	300	17.10 计算机辅助分析	382
†14.6 交流功率守恒	303	†17.11 应用	386
		17.12 本章小结	391

复习题	392	19.3 导纳参数	437
习题	392	19.4 混合参数	440
第 18 章 变压器和耦合电路	397	[†] 19.5 各参数之间的关系	443
18.1 引言	397	19.6 二端口网络的互联	445
18.2 互感	398	19.7 计算机辅助分析	448
18.3 耦合电路中的能量	403	[†] 19.8 应用	450
18.4 线性变压器	405	19.9 本章小结	454
18.5 理想变压器	409	复习题	454
18.6 理想自耦变压器	414	习题	455
18.7 计算机辅助分析	417	附录 A[⊖] 联立方程组和矩阵求逆	
[†] 18.8 应用	420	附录 B[⊖] 复数	
18.9 本章小结	425	附录 C[⊖] PSpice 的 Windows 版本	
复习题	426	附录 D[⊖] Multisim	
习题	426	附录 E[⊖] MATLAB	
第 19 章 二端口网络	433	附录 F[⊖] TI-89 Titanium 计算器	
19.1 引言	433	附录 G[⊖] 奇数编号习题答案	
19.2 阻抗参数	434		



第一部分

直流电路



第1章

基本概念

科技可以自我促进。科技使更多的新工艺成为可能。

——阿尔文·托夫勒

历史人物

亚历山德·伏特 (Alessandro Volta, 1745—1827), 意大利物理学家, 最先发明了能够提供连续电流的电池和电容器。

伏特出生在意大利科莫的一个贵族家庭, 18岁开始进行电路实验。他于1796年发明的电池是对电能利用的一次变革。他于1800年发表的著作开创了对电路理论的研究。伏特一生获得了众多荣誉。电压或者说电位差的单位(伏特), 就是以他的名字命名的。



亚历山德·伏特
(© The Huntington Library, Burndy Library, San Marino, California)

安德烈-玛丽·安培 (Andre-Marie Ampere, 1775—1836), 法国数学家和物理学家, 电动力学(现在称电磁学)的奠基人。19世纪20年代, 他定义了电流并提出了测量电流的方法。

安培出生于法国里昂。因为在那个年代, 许多著名的数学著作都是用拉丁语写的, 因此, 出于对数学的热情, 他很快就精通了拉丁语。他是一个杰出的科学家和多产的作家。他发明了电磁体和安培计, 并推导出许多电磁学定律。电流的单位(安培)就是用他的名字命名的。



安德烈-玛丽·安培
(© Pixtal/age Fotostock RF)

1.1 引言

电路理论是电气工程技术的基础。电工技术的许多分支, 如电源、电机、反馈和控制系统、电子学、计算机、通信以及电子仪器等, 都是在电路理论的基础上建立起来的。对于开始学习电气工程专业的学生来说, 电路理论是起点, 也是一门最重要的课程。电路理论对于其他理工科专业学生也是很有意义的, 因为电路通常是研究能量系统的非常有效的模型, 而其中又包括了应用数学、物理学和拓扑学等诸多内容。

在电气工程技术中, 通常要研究从一点到另一点的通信或者能量传递。为此, 需要将若干电子器件相互连接起来实现这一功能。这种由电子器件相互连接构成的总体称为电路(electric circuit), 电路中的每个组成部分称为元件(element)。

电路是由电子元件相互连接构成的总体。

图 1-1 给出了一个简单的电路，它由三个基本元件组成：电池、灯泡和连接导线。这样一个简单的电路可以用于手电筒、探照灯等多种应用。

图 1-2 给出了一个复杂的电路。该电路是无线电发射器的原理图。虽然看起来很复杂，但是利用本书介绍的方法，就可以对其进行分析。本课程的目标之一即是使学生学习诸如此类的用于描述电路的各种分析方法和计算机软件应用方法。

在大量电子系统中利用各种电路可以完成各类艰巨的任务。本书的目的不是研究各种电路的不同应用，而是专注于电路分析之中，并据此来研究电路特性。例如，电路在给定输入信号作用下是如何响应的？电路中相互连接的元件与器件是如何相互作用的？

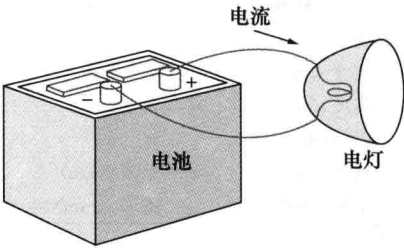


图 1-1 一个简单的电路

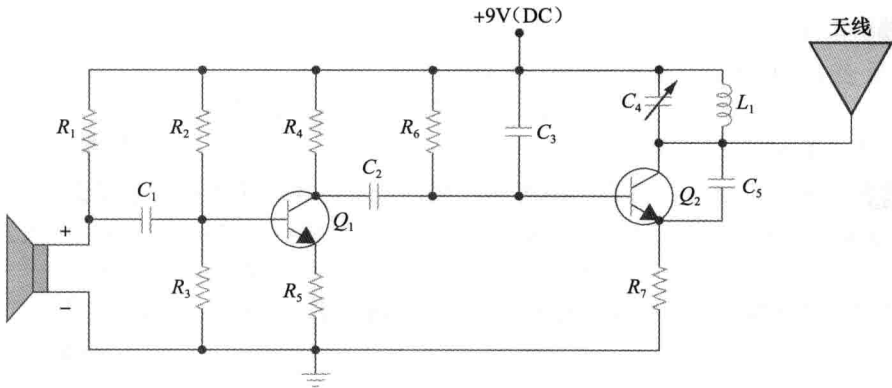


图 1-2 无线电发射器电路图

在开始学习之前，首先对电荷、电流、电压、电路元件、功率和能量等电路中的一些基本概念进行定义。而定义这些概念之前，必须先建立本书所采用的计量单位制。

1.2 国际单位制

像电气工程师一样，我们需要处理很多可测量。而无论是在哪个国家所完成的测量，都必须采用所有专业人士能够明白的标准语言来进行表示。这种国际计量语言就是国际单位制（International System of Unit, SI）。国际单位制是在 1960 年国际度量会议上确定采用的。该计量单位制包括 7 个基本单位，所有其他物理量的单位都可以由此推出。表 1-1 给出了其中 6 个基本单位以及 1 个同本书相关的衍生单位。

尽管 SI 单位是由 IEEE 官方建议的，且在本书中通篇使用，但某些英制单位（非 SI 单位）在美国的应用也十分广泛。这主要是由于美国仅仅承认 SI 制度，但并未正式对其授权。例如，仍用英尺和英里作为距离的单位，用马力作为电动机的额定功率单位。因此，有时需要将非 SI 单位转换到 SI 单位，如表 1-2 所示。

表 1-1 6 个基本 SI 单位及 1 个同本书相关的衍生单位

物理量	基本单位	符号
长度	米	m
质量	千克	kg
时间	秒	s
电流	安培	A
热力学温度	开尔文	K
发光强度	坎德拉	cd
电荷	库仑	C

表 1-2 换算因数

转换	至	倍数	转换	至	倍数
长度			时间		
英寸 (in)	米 (m)	0.0254	小时 (h)	秒 (s)	3600
英尺 (ft)	米 (m)	0.3048	力		
码 (yd)	米 (m)	0.9144	磅 (lb)	牛顿 (N)	4.448
英里 (mi)	千米 (km)	1.609	功率		
密耳 (mil)	毫米 (mm)	0.0254	马力 (hp)	瓦特 (W)	746
体积			能量		
加仑 (gal) (美国)	升 (L)	3.785	英尺磅 (ft·lb)	焦耳 (J)	1.356
立方英尺 (ft ³)	立方米 (m ³)	0.0283	千瓦时 (kW·h)	焦耳 (J)	3.6×10^6
质量/重量					
磅 (lb)	千克 (kg)	0.4536			

例 1-1 求 42 英寸是多少米。

解：从表 1-2 可知，1 英寸=0.0254 米。因此

$$42 \text{ 英寸} = 42 \times 0.0254 \text{ 米} = 1.0668 \text{ 米}$$

 **练习 1-1** 求 36 英里是多少千米。

答案：57.924 千米

例 1-2 已知一电动机的额定功率为 900 瓦特，求该额定功率相当于多少马力。

解：从表 1-2 可知，1 马力=746 瓦特。因此，1 瓦特=(1/746) 马力。所以，有

$$900 \text{ 瓦特} = 900 \times 1/746 = 1.206 \text{ 马力}$$

 **练习 1-2** 已知施于某一物体的作用力为 50 牛顿，求该作用力相当于多少磅。

答案：11.241 磅

1.3 科学记数法和工程记数法

在科学和工程技术中，经常会遇见很大或者很小的数。这些很大或者很小的数都可以通过下述广泛使用的记数法进行表示。

- 科学记数法
- 工程记数法

科学记数法采用 10 的幂指数形式表示。在科学记数法中，用 $X.YZ \times 10^n$ 的形式表示一个数。

科学记数法采用 10 的幂指数形式表示一个数，在该数的小数点左边有一位非零整数。

采用科学记数法表示一个数，就是将其写为一个系数乘以 10 的幂指数的形式。例如，若用科学记数法表示 0.000578，则要将小数点右移四位，变成 5.78×10^{-4} 。类似地，要将 423.56 的小数点左移两位，得到其科学记数法表示 4.2356×10^2 。注意， 3.276×10^6 是采用科学记数法来表示，而 32.76×10^5 则不是。

工程记数法采用特定的 10 的幂指数形式表示一个数，如表 1-3 所示。

一般来说，在工程技术中，特别是在电路理论中，工程记数法一般更为常用。工程记数法是科学记数法在实际中的一种应用，其 10 的幂指数必须是 3 的倍数。实际上，国际单位制单位的最大优点就是，它们可以使用基于 10 的幂指数的前缀将更大或者更小的单位同基本单位相联系。表 1-3 给出了这些国际单位制的前缀及其符号表示。例如，0.0006s 在工程记数法中表示为 $600 \mu\text{s}$ 。