



国外电子信息经典教材

THOMSON

Foundations of Electronics
Circuits and Devices
(Fourth Edition)

电子学基础：
电路和元器件
(第4版)

(美) Russell L. Meade 著
Robert Diffenderfer
蓝江桥 宋梅 译
宋俊德 李跃华 审校



清华大学出版社

国外电子信息经典教材

电子学基础：电路和元器件

(第4版)

(美) Russell L. Meade 著
Robert Diffenderfer 著
蓝江桥 宋梅 译
宋俊德 李跃华 审校

清华大学出版社

北 京

Russell L. Meade, Robert Diffenderfer

Foundations of Electronics: Circuits and Devices

EISBN: 0-7668-4026-3

Copyright © 2003 by Delmar Learning, a division of Thomson Learning.

Original language published by Thomson Learning (a division of Thomson Learning Asia Pte Ltd). All Rights reserved.

本书原版由汤姆森学习出版集团出版。版权所有，盗印必究。

Tsinghua University Press is authorized by Thomson Learning to publish and distribute exclusively this Simplified Chinese edition. 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. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本中文简体字翻译版由汤姆森学习出版集团授权清华大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾地区)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

981-265-744-4

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2003-2172

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂沫，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子学基础：电路和元器件(第4版)/(美)米德(Meade,R.L.),(美)迪芳得弗(Diffenderfer,R.)著；蓝江桥，宋梅译；宋俊德，李跃华 审校. —北京：清华大学出版社，2006.3

书名原文：Foundations of Electronics:Circuits and Devices

(国外电子信息经典教材)

ISBN 7-302-12082-X

I. 电… II. ①米… ②迪… ③蓝… ④宋… ⑤宋… ⑥李… III. ①电路—教材②电子元件—教材

IV. ①TM13②TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 129304 号

出版者：清华大学出版社 地址：北京清华大学学研大厦

http://www.tup.com.cn 邮编：100084

社总机：010-62770175 客户服务：010-62776969

组稿编辑：曹 康

文稿编辑：王 军

封面设计：孔祥丰

版式设计：孔祥丰

印刷者：清华大学印刷厂

装订者：三河市李旗庄少明装订厂

发行者：新华书店总店北京发行所

开本：185×260 印张：65 字数：1663千字

版次：2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

书号：ISBN 7-302-12082-X/TN·288

印数：1~3500

定 价：118.00元

出版说明

电子信息产业是一项新兴的高科技产业，有“朝阳产业”之称，有着巨大的潜力和广阔的发展前景。近年来，我国电子信息产业的飞速发展，大大推动了对电子信息类人才的需求，迫切需要我国的高等院校能够培养出大批符合企业要求的电子信息类人才。

教育与教材的关系始终是密不可分的，教材的合适与否会直接影响到培养人才的质量好坏。虽然目前我国高校中现行的电子信息类教材曾经对我国电子信息类人才的培养做出了非常重要的贡献，但是确实普遍存在着一些问题，如“课程系统老化”、“内容落伍”、“惯性大，更新速度慢”、“针对性差”、“缺乏原创精品”等等，教学内容和课程体系的改革已经成为目前教学改革过程中的当务之急。

基于这种背景，我们决定在国内引进并推出一套“国外电子信息经典教材”，通过系统地研究和借鉴国外一流大学的相关教材，为我国高校的课程改革和国际化教学进程提供参考和推动作用。

为了组织该套教材的出版，我们在国内聘请了一批资深的专家和教授，共同成立了教材编审委员会。由编委会结合目前国内高校电子信息类专业的课程体系和教学内容，从 McGraw-Hill Education、Thomson Learning、John Wiley & Sons 和 Springer 等一批国际著名的教育出版集团，精选出一套“国外电子信息经典教材”。列选的每本教材都经过了国内相应领域的资深专家推荐和审读，对于一些基础类的专业课程，我们列选了多种不同体系、不同风格和不同层次的教材，以供不同要求和不同学时的同类课程使用。为了确保该套教材的质量，我们聘请了高校相应专业的资深教师和相应领域的专家担纲译者，加强了该套教材各个出版环节的编审力量和质量控制。另外，为了丰富国内的教学资源，我们在引进教材的同时也积极引进了教材配套的教学资源。

该套教材的读者对象为电子信息与电气工程类专业的本科生，同时兼顾相关工程学科各专业的本科生或研究生。该套教材既可作为相应课程的教材或教学参考书，也适于相应技术领域的工程师和技术人员参考或自学。

尽管我们作了种种努力，但该套教材书目选择的恰当性，内容的合理性，都还有待于通过教学实践来检验。首先感谢选用该套教材的广大教师对我们的支持，同时期待广大读者积极为该套教材提出意见或建议。

绪 论

电子技术的巨大成就

电子技术已经渗透到我们生活的每一个方面，无论我们身处居室、办公室或者汽车里，电子系统、器件和控制器都无所不在。当初电报、电话和无线电发送/接收机的发明者绝不会想到今天通信系统的成就。今天的卫星通信、有线电视、互联网、蜂窝电话以及计算机数据通信、全球定位系统肯定会让他们大吃一惊。

在我们今天的居室里，我们拥有：

- 电子或数字化的自动调温器。它可以在空调系统的自动控制下，精确地调节居室的温度、湿度和空气
- 冰箱。它被用来冷藏食物和蔬菜
- 微波炉。阅读完菜谱并放入必要的原料后，它便可以做出人们所要的食物
- 令人惊奇的家庭保安系统。这些系统包括从简单报警系统、闭路电视系统到警察局自动报警设备的各种保安系统
- 各种音乐播放设备，这些设备在过去都不可想象，环绕立体声加上空间效果使听众仿佛置身于一个交响乐演出现场。此外，很多此类系统都配备了无线多单元遥控设备。无论声源来自电视、DVD、CD、AM 或者 FM 调频台，今天的音响系统比起数年以前的系统都要进步几个数量级，这一切都归功于电子技术
- 今天的电视系统可以从卫星天线、电缆和数字电缆接收信号。一旦高清晰度数字电视(HDTV)开播，新的电视系统将拥有更清晰的画面

此外，汽车也同样被电子技术“全副武装”，比如：

- 今天的汽车采用电子控制单元，可以自动控制同引擎工作、传动和发动有关的关键参数
- 遥控开关系统
- 可以根据用户个性化设置来自动配置座位、反光镜和其他环境设置的记忆系统
- 可以根据路面情况自动调节的计算机控制监控系统
- 电子安全系统
- 数字行程计算机提供的电子消息中心，它可以报告剩下的汽油数量，汽油消耗预测，当前每公里耗油数、罗盘方向等信息
- 卫星链路的导航设备，比如，GPS(全球定位系统)可以告诉用户身处何地，同时还可为用户如何到达目的地提供详细指示
- 音响系统
- 其他(例如可调转向控制器)

在制造业同样离不开电子技术。制造业需要大量的工业控制，计算机辅助制图和设计，计算机辅助制造设备，所涉及到的电子技术包括：

- 用来完成焊接、定位、固定等工作的机器人
- 自动化的钻井、打孔和研磨设备
- 自动化的切割和弯曲设备
- 计算和排序
- 过程控制

商务活动也离不开电子技术，从零售点负责收钱、盘点和找零的收银计算机到在线计算机货币交易、文档等其他商务活动莫不如此。

电子技术给我们的家庭带来了无穷的便利，它帮助我们调节冷暖、洗衣服、做饭、打扫卫生，并确保安全。今天我们家庭所享受的一切娱乐设施在几年前还只是理想。

我们也无法想象明天的世界将会多么奇妙，但恭喜您选择了一个非常有前途的领域。

电子技术基础对您的学习非常关键

电子技术为我们提供了一个巨大的空间，在其中任何一个专门领域若想成为一个优秀的工程师，您必须先打好基础。事实上，在任何一个行业若想取得成功，都必须学习、研究和实践该学科最基本的知识。为了攀上知识的高峰、成为一个专业人士，您必须首先学习该学科的术语、符号和基本原理。打好了基础，您才能凭借这些深刻理解所学学科，打好基础可以终身受益。

您必须树立正确的态度：您越是勤奋地学习这些基础知识，以后的学习和工作就会越轻松。这绝对是真理。

一旦掌握了本书这些术语、符号、公式和基本原理，您将在电子领域建立起一个精彩的“发射平台”。

我希望每一位读者都能达到或超载自己预期的目标，在学习过程中取得巨大的成功！在事业上取得巨大的成功！

Russell L.Meade

前 言

本书目的

本书是为了从技术的角度出发，以一种适合于学习并且容易理解的方式提供电气和电子学基础知识的全面教学。在基础知识方面打下坚实的根基，是在电气或电子行业的职业生涯中任何一个领域有所建树的关键前提。本书正是迈向电子学领域成功阶梯的第一步。

本书介绍了与无源和有源元件、器件以及电路有关的重要事实、概念和基本原理，您将在后续的学习中需要用到这些元件、器件和电路。本书不但提供了严格的教学内容，而且注重培养您在实践中运用这些知识的能力，采用了启发式的设计，重点强调逻辑思维模式和实际应用知识的拓展。理想情况下，学习本书的学生还会学到一些关于代数和三角函数方面的基础知识，此外本书提供了大量的数据，即使是初学者也能顺利地学习这些内容。

本书的设计

本书所采用的一些重要的启发式的设计策略包括以下方面：

- 帮助您理解重要的公式和概念，而不仅仅是死记硬背。
- 提供有意义的预习指导和内容总结，便于您理解具体内容的来龙去脉。
- 提出重要的教学目标。
- 提供简洁而常用的例题。
- 在学习知识以后立刻给出实际的应用。
- 通过高频度的练习题加强对概念的理解。
- 有策略地提供一些检查点。
- 大量采用图例或图表信息。
- 以逻辑方式，由已知的知识推出未知的知识。
- 采用由易至难的教学过程。
- 有效地总结出知识的核心。
- 提供了大量故障调试、安全防护等实用提示。
- 提出了一种有效的故障调试技术，称为 SIMPLER 方法，它能够加强思维技巧，并且在进行系统级和元件级的故障调试方面有所指导。
- 为了采用 SIMPLER 故障调试方法，提供了一些故障调试的挑战性电路问题。
- 提供了一些利用计算机的电子数据表格程序 Excel 来求解电子学问题的练习。

- 提供了一些利用电路仿真软件 MultiSIM 来分析验证电路工作情况的练习。
- 本书的组织结构既适合集体教学，也适合个人自学。

本书结构

本书包含两大部分内容：

- 前 21 章(1~21 章)是有关 DC/AC 的内容，该部分适合作为 DC/AC 教材。
- 后 10 章(22~31 章)是有关电子器件的内容。因此，这本书既可以作为 DC/AC 教材，也可以作为电子器件的教材。

本书首先简单概述了今天电子技术的巨大成就以及电子领域出现的机遇，接下来讲述了一些关键术语和基本概念，这些术语和概念是学习本书其余部分的基础，基本概念包括电子理论、基本的电气单位和符号、电子电路的原理图表示法，这些概念都为后面的学习提供了坚实的基础。

通过学习本书中介绍的基本电路单元，学生们可以培养自己分析各类电路的能力。在学习这些基本单元的过程中，学生们将学习各种无源器件，包括电阻器、电感线圈和电容器。此外本书还讨论了一些重要的测试仪表及其使用方法。基于以上的基本概念、原理和理论，本书先后讨论了直流电路和交流电路。

每当介绍完一些基础知识以后，您都会看到这些理论在电路中的实际应用。例如您将会看到为了得到一个电源，整流器和滤波器是如何工作的。电源是一个很重要的通用系统，几乎用在所有的电子设备当中。

最后我们将简单介绍一下今天电子技术的辉煌发展，包括半导体二极管和集成电路。

我们希望您能够融会贯通有关电子学的基本理论、电路分析的基本原理、实际的电路应用和现代电子器件概述的内容，您将会看到，本书不但有趣，具有启发性，而且在您的学习过程中非常实用。

特色

关键词、教学大纲，预习指导和教学目标：位于每一章的开始。列出的一系列关键词表示本章将要定义的重要术语。教学大纲列出了重要的主题。预习指导为正文做铺垫，提出相关内容在电子学里的重要性，最后教学目标描述了学生学习本章内容应该掌握的程度。

课间测试：在教学的过程中为学生提供了检验自己对每一阶段主题是否正确理解的测试机会。答案参见附录 B。

经验提示：为读者提供了一些特别提示、实用技巧和信息。

安全提示：强调了在动手的情况下学习或者应用有关电子原理时应注意的安全防护事项。

故障调试提示：提供有关电路故障的经验信息，例如应该查看哪些问题以及如何修理。

建议：强调重要的实际工作习惯。

例题和练习题：表示在学习完概念之后如何逐步地运用理论并进行实践。

公式和计算器输入顺序举例：为每一章中大多数重要的公式提供快速参考，后面有一个例子，表示如何利用计算器解决这些问题。

使用 Excel: 是本书的新特色, 它鼓励学生采用本书可免费下载的资源包中的电子数据表格练习和 Excel 模板来解决问题。在 Excel 旁边提供了文件名, 便于在可免费下载的资源包上查找。

MultiSIM 练习: 是本书的另一个新特色, 采用计算机仿真技术, 可以通过预先创建的 MultiSIM 电路文件检验工作特性。

能力设计实验索引表: 是源于实验手册与本章内容有关的特别实验的索引对照表。

知识总结、复习题、思考题和分析题: 每章末尾会有一个内容小结和一系列问题, 这些问题循序渐进, 由浅入深, 包括基本的复习题到需要更深思考的问题。

SIMPLER 流程和故障调试挑战性问题: 采用独特的故障调试方法, 这种方法集成了判断思维, 并鼓励读者以逻辑有效的方式解决系统级和元件级的故障调试问题。

附录: 提供了一些参考工具, 包括色环、习题答案、原理图符号、如何使用科学计算器、内容翔实的词汇表等等。

利用 SIMPLER 流程进行故障调试

为了成为一个逻辑性强的故障调试者, 工程师必须培养良好的判断思维技巧, 第 4 章首先介绍了一种有用的故障调试方法, 称为 SIMPLER 流程, 您可以通过解决大多数章节后面的故障调试挑战性问题来练习这种流程。

故障调试挑战性问题

在您阅读本书的过程中, 您将遇到一系列的故障调试难题, 这里称为故障调试挑战性问题, 每一个故障调试挑战性问题包括一个挑战性的电路原理图和开始点的症状信息。通过 SIMPLER 流程, 您将步步深入并最终解决这些模拟的问题。

SIMPLER 故障调试方法将能够指导您顺利分析每一个故障调试挑战性电路, 并且对所需要解决的问题进行判断性的思考。针对每一个故障调试挑战性电路, 本书都提供了一种可能的解决方法, 并演示了所有的步骤。

我们希望您和您的导师能通过 SIMPLER 流程获得极大成功, 同时希望这些挑战性的任务能够使得故障调试技巧的学习和教学更轻松、更有乐趣。

选择测试任务并求结果

为了在挑战性电路的某一特定区域模拟进行参数的测试, 您可以从故障调试挑战性电路提供的测试任务列表中选择一项测试任务。

然后您可以参考附录 C 查找您所选择的测试得到的结果。在附录中寻找故障调试挑战性任务页上该项测试任务分配的标识号码, 然后根据该号码, 可以看到如果您做相同的实际电路测试, 将得到该测试的结果参数值或者条件值。请注意: 元件和测试仪表的误差将使得理论值和答案上列出的值有所偏差。只有在所有元件的参数都精确等于标称值并且测试仪表具有零误差的情况下才能得到理论值。

第 4 版的改进

本书在写作之前大量征求了读者对第 3 版的意见、审校人员对第 3 版进行了详细的分析，并就如何改进内容、增强指导性和表达的技巧方面提出了很多建议，这些都购成了本书第 4 版写作计划的核心。

基于以上的反馈信息，第 4 版主要集中在以下几个要点上：

- 更加侧重系统级的故障调试。第 4 章的附加材料讨论了元件级和系统级或模块级的故障调试方法。这一新的特色贯穿于本书所有的故障调试挑战性任务中。
- 计算机软件工具的使用，例如 Excel 和 MultiSIM。这些工具用来帮助学生利用计算机学习各种解决电子学问题的方法。学生们通过新的电子数据表格的练习题学习处理数据的基本技能，这些练习题用到了本书的公式以及某些 Excel 表格。此外，学生们将会利用新的 MultiSIM 练习和预先创建的 MultiSIM 电路来验证电路的工作情况。
- 本书更强调集成电路，并且新增加一章有关光电子的内容。

有关器件的章节做了很多更新，在下列领域补充了内容：二极管模型、电源、更多实际电路的应用、偏置电路、功率 FET、滤波器、数模转换器、模数转换器，以及电子学未来的发展趋势。

- 数字设备的使用。更新后的图例更多反映数字设备，但那些必须采用模拟设备才能说明某些特别概念的情况除外。

预先建立 MultiSIM 电路文件

您可以从本书合作站点(www.bookhome.com.cn)下载预先建立的电路示例，这些例子来自于课本。学生能够很快地对电路进行仿真并把原理图转换成生动的具有交互性的电路。在选定的原理图旁边有一个特别的图标，能够帮助学生在网站上找到该图对应的例子。

Excel 表格

本书合作站点包含预先建立的数据表格，与每章末尾的“使用 Excel”对应，这些 Excel 电子数据表格模版允许学生在解决电路问题时更方便地处理数据和计算公式。

教学安排建议

在理想情况下，您的教学计划可以包含本书以及有关的实验室手册中提供的所有内容，这样能够学习和实践更多的内容。有时候由于新课程的增加，将有可能削减基础知识方面的课时，但是作者认为，对于缩减过多基础内容方面的课时，应该采取谨慎的态度。

尽管根据时间或者教学目标的具体情况还有很多内容应该进一步介绍，但是本书集中讲述基本原理，作者希望这本书能够成为学生们在今后的学习和工作生涯中的参考图书。

对于那些时间有限的教学计划，我们建议采用以下的教学安排：

如果您在一门课里讲授直流和交流的知识，那么第 7 章基本网络原理和第 8 章网络分析技术的某些部分可以稍加介绍。可以只讲述第 9 章磁与电磁的基本原理部分，而不用讨论磁单位、电动机和发电机效应等。如果您的教学计划中不对矢量代数以及复数运算做要求，则可省略第 20 章的后半部分。

如果您分别讲述直流器件和交流器件，或者统一进行讲解，则也许应该从电路与器件部分的内容(第 22 到第 31 章)中选择一些更关键的章。

免费资源

本书可供免费下载的资源包括地址是：

<http://www.tupwk.com.cn>

<http://www.eletronictech.com>

<http://www.bookhome.com.cn>

目 录

第 I 部分 基础概念

第 1 章 电子学基本概念	3
1.1 电子学常识	4
1.2 物质的定义、物理状态和化学状态	5
1.2.1 物质的定义	5
1.2.2 物质的物理状态	6
1.2.3 物质的化学状态	6
1.3 物质的构成	7
1.4 原子的结构	8
1.4.1 粒子	8
1.4.2 原子模型	8
1.4.3 原子序数和质量	10
1.4.4 原子层的概念	11
1.5 电子理论基本概念	11
1.5.1 目的	11
1.5.2 价电子	11
1.6 离子	12
1.7 改变电平衡的能量	13
1.8 导体、半导体和绝缘体	14
1.9 电子系统的实例	14
1.10 静电的基本原理	15
1.10.1 静电的概念	15
1.10.2 电荷的基本定律	15
1.10.3 极性和参考点	16
1.10.4 电荷的库仑公式	17
1.10.5 电荷单位	17
1.10.6 力场	18
1.11 电势	18
1.11.1 电势的概念	18
1.11.2 电势或者电动势的单位	18
1.11.3 产生电势的方法	19
1.12 运动的电荷	19

1.12.1 电流	19
1.12.2 电流的模拟	19
1.12.3 电流的单位	20
1.12.4 描述电流与电荷运动、时间之间关系的公式	20
1.13 3 个重要的电气参数	21
1.14 基本电路	22
1.14.1 概述	22
1.14.2 闭路	22
1.14.3 开路	22
1.14.4 基本电子电路总结	23
1.15 知识点汇总	24
第 2 章 电气量纲和元件	28
2.1 基本的电气单位和符号	29
2.1.1 电荷	29
2.1.2 电位差	29
2.1.3 电流	29
2.1.4 电阻	29
2.1.5 电导	30
2.2 计量单位制	31
2.3 导体及其特性	32
2.3.1 导体的作用	32
2.3.2 导体的类型	32
2.3.3 实心导体的电阻	33
2.3.4 超导	33
2.3.5 影响导体电阻的物理因素	33
2.3.6 导线尺寸	35
2.3.7 导线速查表	36
2.4 电阻	37
2.4.1 用途	37
2.4.2 分类	37
2.4.3 其他特殊类型的电阻器	38
2.4.4 电阻类型和符号	39
2.4.5 电阻结构比较	40

2.5	电阻色环代码	40
2.5.1	色环代码的含义	41
2.5.2	颜色的意义	41
2.5.3	阻值误差色环	41
2.5.4	金色和银色作为因子	42
2.5.5	高精度电阻	43
2.5.6	其他色环系统	43
2.6	用万用表测量电压、电流和电阻值	44
2.6.1	测量的重要性	44
2.6.2	仪表种类	44
2.6.3	仪表符号	44
2.6.4	用电压表测量电压	45
2.6.5	用安培表测试电流	45
2.6.6	用欧姆表测试电阻	46
2.6.7	使用仪表的注意事项	47
2.7	电子元件的图形符号	48
2.7.1	图的种类	48
2.7.2	一些基本符号	49
2.7.3	框图	50
2.7.4	原理图	51
2.7.5	安全提示	53
2.8	知识点汇总	54

第 II 部分 基础电路分析

第 3 章	欧姆定律	61
3.1	欧姆定律以及电子量之间关系	62
3.1.1	电阻为常量时电压和电流的关系	62
3.1.2	电压为常量时电流和电阻的关系	63
3.2	欧姆定律方程式的三种形式	65
3.3	公制前缀和 10 的幂的应用举例	67
3.4	电流方向	68
3.4.1	电子流动方向	68
3.4.2	习用电流方向	69
3.5	极性和电压	69

3.6	直流电源和交流电源的电流方向	70
3.7	功、能量和功率	71
3.8	测量电能消耗	72
3.8.1	基本功率公式	73
3.8.2	基本功率公式的变形	73
3.9	欧姆定律和功率公式常用形式	74
3.10	知识点汇总	77

第 4 章	串联电路	82
4.1	串联电路的定义和特性	83
4.2	串联电路的电阻	85
4.2.1	串联电路总电阻公式	85
4.2.2	欧姆定律方法	85
4.3	串联电路的电压	86
4.3.1	单个元件的电压	87
4.3.2	电压分配规则	88
4.3.3	求供电电压	89
4.4	基尔霍夫电压定律	89
4.5	串联电路的功率	92
4.5.1	单个元件的功率计算	92
4.5.2	总功率计算	92
4.6	串联电路开路的效应以及故障调试提示	93
4.7	串联电路短路的效应以及故障调试提示	95
4.7.1	短路	95
4.7.2	特殊的故障调试提示	96
4.8	按照规范设计串联电路	98
4.9	特殊应用	99
4.9.1	串联电压源	99
4.9.2	简单电压分配和参考点	101
4.9.3	电压分配应用举例	102
4.9.4	极性	104
4.9.5	降压电阻器	105
4.10	逻辑思考以及 SIMPLER 故障调试流程	106
4.11	故障调试技术入门	106
4.12	SIMPLER 故障调试流程	106

4.13	故障调试分级	108	电路中各个支路电流的 通用公式	148
4.14	故障调试的“系统”方法	109	5.13.2 双支路情形下的分流公式	148
4.14.1	系统的本质	109	5.14 知识点汇总	150
4.14.2	子系统	110	第 6 章 串联-并联电路	167
4.14.3	系统的故障调试概念	111	6.1 什么是串联-并联电路	168
4.14.4	其他常见系统的例子	112	6.2 串联-并联电路的判断和 分析方法	170
4.15	使用 SIMPLER 流程: (元件级故障调试)单个 元件级调试举例	112	6.3 串联-并联电路中的总电阻	171
4.16	知识点汇总	114	6.3.1 利用欧姆定律	172
第 5 章 并联电路		128	6.3.2 利用“外部向电源推进” 的方法	172
5.1	并联电路的定义和特征	129	6.3.3 “简化-重绘”法	173
5.2	并联电路中的电压值	130	6.4 串联-并联电路中的电流	175
5.3	并联电路中的电流	131	6.5 串联-并联电路中的电压	178
5.4	基尔霍夫电流定律	131	6.6 串联-并联电路中的功率	181
5.5	并联电路的电阻	133	6.7 串联-并联电路中开路的影响 以及故障调试的提示	183
5.6	计算总电阻(R_T)的方法	133	6.8 串联-并联电路中短路的影响 以及故障调试的提示	185
5.6.1	欧姆定律的方法	133	6.9 按要求设计串联-并联电路	187
5.6.2	电导方法	134	6.10 加载的分压器	188
5.6.3	积除以和的方法	136	6.10.1 加载的两单元分压器	190
5.6.4	一种有效的简化方法	138	6.10.2 多负载情况的三单元 分压器	191
5.6.5	假定电压法	138	6.10.3 实际的分压器形式	194
5.6.6	并联电路电阻设计公式	139	6.11 惠斯通电桥电路	195
5.7	并联电路的功率	140	6.12 知识点汇总	199
5.7.1	总功率	140	第 7 章 基本网络定理	213
5.7.2	各个支路上的功率消耗	141	7.1 一些重要术语	214
5.7.3	功率消耗和支路电阻值 之间的关系	141	7.2 最大功率传输定理	214
5.8	并联电路开路的效应以及 故障调试提示	142	7.2.1 基本定理	214
5.9	并联电路短路的效应以及故障 调试提示	143	7.2.2 效率因子	216
5.10	串联电路和并联电路的异同	145	7.2.3 最大功率传输定理总结	216
5.11	按照要求设计并联电路	145	7.3 叠加定理	218
5.12	并联电源	147	7.4 戴维南定理	222
5.13	分流器	147	7.4.1 定理定义	222
5.13.1	任意数量支路的并联			

7.4.2 戴维南定理总结	224	9.3.5 确定电磁体磁极性的 左手规则	267
7.5 诺顿定理	226	9.3.6 影响电磁体磁强度的因素	268
7.6 诺顿等效参数和戴维南等效 参数之间的转换	229	9.3.7 目前已经讨论过的磁和 电磁的要点	269
7.7 知识点汇总	230	9.4 重要的磁学单位、术语、 符号和公式	270
第 8 章 网络分析技术	236	9.4.1 基本磁路	270
8.1 假设回路或网孔电流分析方法	237	9.4.2 B、H 和磁导率因子 之间的关系	270
8.1.1 背景知识	237	9.5 磁芯材料的实际考虑	272
8.1.2 极性分配	237	9.6 B-H 曲线	272
8.1.3 使用回路/网孔分析方 法的步骤	238	9.7 磁滞回线	273
8.2 节点分析方法	242	9.8 感应及其相关效应	275
8.2.1 背景知识	242	9.8.1 电动机动作	275
8.2.2 使用节点分析方法的步骤	242	9.8.2 发电机动作	276
8.3 Δ 型网络与 Y 型网络 之间的转化	246	9.9 法拉第定律	278
8.3.1 将 Y 型网络转化为等效的 Δ 网络	247	9.10 楞次定律以及电动机和 发电机的相反作用	279
8.3.2 将 Δ 网络转化为等效 的 Y 网络	248	9.10.1 楞次定律	279
8.3.3 利用转化技巧分析桥电路	249	9.10.2 发电机中的电动机作用	280
8.4 知识点汇总	251	9.10.3 电动机中的发电机作用	280
第 III 部分 电量的产生与测量		9.11 一些实际的磁学应用	281
第 9 章 磁与电磁	259	9.11.1 磁存储介质	281
9.1 背景知识	260	9.11.2 工业器件和设备	283
9.1.1 早期历史	260	9.12 其他相关的磁学主题	284
9.1.2 近代发现	260	9.12.1 环形线圈	285
9.2 磁的基本定律、规则和术语	261	9.12.2 磁屏蔽罩	285
9.2.1 关于磁力线的规则	262	9.12.3 通过极靴修整磁场形状	286
9.2.2 关于永磁体的一些实际要点	263	9.12.4 霍耳效应	286
9.3 电磁学基本原理	265	9.12.5 特殊材料类型	287
9.3.1 载流导体周围的磁场方向	265	9.13 知识点汇总	287
9.3.2 载流导体的左手规则	265	第 10 章 测量仪器	292
9.3.3 平行载流导体之间的作用力	266	10.1 数字万用表	293
9.3.4 多匝线圈周围的磁场	266	10.2 模拟万用表(VOM)	294
		10.2.1 工作原理	294
		10.2.2 VOM 的重点总结	295

10.3	电压表负载效应	295	11.8.3	常用交流参数关系的 总结 (适用于正弦波)	321
10.4	测量设备的特殊用途	297	11.9	纯电阻的交流电路	322
10.4.1	高电压探头	297	11.10	其他周期波形	324
10.4.2	钳位电流探头	298	11.10.1	重要的波形	324
10.4.3	其他设备	298	11.10.2	非正弦波的形成	325
10.5	故障调试提示和有用的 测量技术	298	11.10.3	非正弦波形的重要参数	326
10.5.1	基本知识	298	11.11	知识点汇总	327
10.5.2	电压表测量技术	299	第 12 章	示波器	335
10.5.3	电流表测量技术	300	12.1	背景知识	336
10.5.4	欧姆表测量技术	301	12.2	示波器的关键组成部分	337
10.5.5	提防“潜在通路”	302	12.3	水平和垂直信号合成得到波形	341
10.6	关于测量仪器的最后说明	302	12.4	使用示波器测量电压和电流	342
10.7	知识点汇总	302	12.4.1	一般知识	342
第 11 章	基本交流参数	305	12.4.2	伏/格控件设置方法	343
11.1	背景知识	306	12.4.3	衰减测试探头	344
11.1.1	直流和交流的区别	306	12.4.4	通过测量电压求电流	345
11.1.2	电力传输的交流	307	12.5	使用示波器比较相位	345
11.1.3	角运动和坐标系的定义	307	12.5.1	重叠技术	345
11.1.4	交流的数学和图形概念	308	12.5.2	双轨迹示波器方法总结	346
11.2	交流电压的产生	309	12.6	使用示波器确定频率	346
11.2.1	正弦波	311	12.7	经常与示波器共同使用的 测试仪表	349
11.2.2	角度测量的弧度值	311	12.8	知识点汇总	349
11.3	变化率	313	第 IV 部分	反应性元件	
11.4	与交流正弦信号有关的 知识总结	314	第 13 章	电感	357
11.5	一些基本的正弦波描述符	315	13.1	知识背景	358
11.6	周期和频率	315	13.2	法拉第定律和楞次定律回顾	360
11.6.1	周期波形	315	13.2.1	法拉第定律	360
11.6.2	周期	316	13.2.2	楞次定律	360
11.6.3	频率	316	13.3	自电感	360
11.6.4	频率和周期的关系	317	13.4	影响电感线圈电感值大小 的因素	361
11.7	相位关系	318	13.5	电感的串联和并联	362
11.8	重要的交流正弦波电流和 电压值	320	13.5.1	电感的串联	363
11.8.1	有关术语的简单回顾	320			
11.8.2	一些新的术语和参数	320			

13.5.2	电感的并联	363	15.1.2	简单 L 电路	405
13.6	电感线圈磁场中存储的能量	365	15.2	运用矢量描述并确定幅度和方向	406
13.7	L/R 时间常数	366	15.2.1	背景知识	406
13.8	采用 e 辅助计算电路参数	370	15.2.2	矢量的绘制和测量	407
13.8.1	以 e 为底的负数次幂图	370	15.3	基本交流电路的分析方法	408
13.8.2	曲线与电路参数的关系	370	15.3.1	勾股定理	409
13.8.3	以 e 为底的负数次幂与 L/R 时间常数的关系	371	15.3.2	三角函数	410
13.8.4	快速衰减的磁场感生更高电压	373	15.4	串联 RL 电路的基本分析	411
13.9	电感线圈的总结说明	374	15.4.1	用勾股定理分析串联 RL 电路	412
13.10	故障调试提示	374	15.4.2	利用三角函数求解串联 RL 电路的相位信息	413
13.10.1	典型故障	374	15.4.3	利用三角公式求解串联 RL 电路里的电压	415
13.10.2	线圈开路	375	15.4.4	串联 RL 电路里的阻抗分析	416
13.10.3	线圈的匝短路	375	15.4.5	串联 RL 电路的分析总结	418
13.11	知识点汇总	375	15.5	并联 RL 电路的基本分析	419
第 14 章	交流电路中的感抗	384	15.5.1	未知情况下求 Z 的公式	421
14.1	纯电阻交流电路里 V 和 I 的关系	385	15.5.2	并联 RL 电路的分析总结	422
14.2	纯电感交流电路里 V 和 I 的关系	385	15.6	电感线圈和 RL 电路的实际应用举例	423
14.3	感抗的概念	387	15.7	知识点汇总	425
14.4	感抗和电感值的关系	387	第 16 章	基本变压器原理	435
14.5	感抗与交流频率的关系	388	16.1	知识背景	436
14.5.1	变化率与频率的关系	388	16.2	耦合系数	436
14.5.2	变化率与角速度的关系	389	16.3	互电感和变压器	437
14.6	计算 X_L 的方法	390	16.4	其他线圈之间的互电感	438
14.6.1	X_L 的公式	390	16.4.1	串联线圈	439
14.6.2	运用欧姆定律	390	16.4.2	并联线圈	439
14.7	串联和并联时的感抗	391	16.4.3	k 和 M 的关系	439
14.8	与电感线圈有关的感抗知识总结	392	16.5	重要的变压器比值	440
14.9	电感线圈的品质因子 Q	394	16.5.1	匝数比	440
14.10	知识点汇总	394	16.5.2	电压比	441
第 15 章	交流电路中的 RL 电路	404	16.5.3	电流比	442
15.1	简单 RL 电路复习	405			
15.1.1	简单 RL 电路	405			