



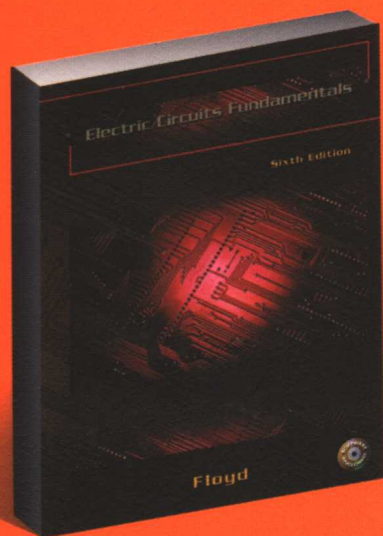
国外经典教材·电子信息

PEARSON
Prentice
Hall

Electric Circuits Fundamentals

Sixth Edition

电路基础 (第6版)



配套网站提供丰富资源

教师用资源包括各章讲稿、
习题答案和实验手册的讲稿

(美) Thomas L. Floyd 著
夏琳 施惠琼 译



清华大学出版社

国外经典教材 • 电子信息

电 路 基 础

(第 6 版)

(美) Thomas L. Floyd 著
夏 琳 施惠琼 译

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

全书由 15 章和 3 个附录组成,按照从一般到具体的方式,对基本电路和其他类型的电路进行了分析与讨论。本书最大的特点是:不仅详细介绍了电路理论的基础知识,给出了理论知识与实际工作的结合应用之处,而且着重讲解了这些技术背后的科学原理。特别是对于每一类相关的电路技术,书中都通过仿真软件以及应用作业实例,非常形象直观地给出了实际电路技术的翔实图景。

本书可作为电子、通信、自动控制、信息工程等相关专业电路原理基础课程教材。对于从事电子技术的人员,则是一本优秀的参考书。

Simplified Chinese edition copyright © 2006 by **PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.**

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Electric Circuits Fundamentals, 6th Edition by Thomas L. Floyd, Copyright © 2004

EISBN: 0-13-111139-6

All Rights Reserved.

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

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

本书中文简体翻译版由 Pearson Education 授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2005-2875

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

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。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础(第 6 版)/(美)弗洛伊德(Floyd, T. L.)著;夏琳,施惠琼译. —北京:清华大学出版社, 2006.10
(国外经典教材·电子信息)

书名原文: Electric Circuits Fundamentals Sixth Edition

ISBN 7-302-13717-X

I. 电… II. ①弗… ②夏… ③施… III. ①电路理论—教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104504 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

文稿编辑: 汤涌涛

封面设计: 久久度文化

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: 46.5 字数: 1125 千字

版 次: 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13717-X/TN · 351

印 数: 1 ~ 4000

定 价: 79.00 元

译者序

人类已进入建立在微电子和计算机技术基础之上的信息时代。虽然器件以及计算机辅助设计工具必将发生变化,但如何分析电路从而得出如何改进电路的基本概念却不会改变。因此,制造、测试或使用这些电路的工程师们需要对电子电路的特性有一个基本了解。另外,电子电路设计中采用的许多技术和原理在其他学科中也有广泛的应用。

本书在帮助读者掌握实际电路技术的全面图景的过程中贯穿了由基本概念到具体应用的思想。众所周知,精通电路的具体应用以及设计电路工程需要有一定的悟性。坚实的理论基础只是确保充分完全地理解电路系统,而更为重要的是,在实际工作中敏锐的判断“看到”系统的运行情况,进而思考改进系统性能的方法,而且要明白如何修改系统以及如何选择元件值来得到所期望的结果。而本书的编排与讲解正是引导读者沿着这一科学有效的学习途径进行,即在对问题有一个很好的理解的基础上,再提出有效的解决方案。

全书共 15 章,涵盖了有关电路元件和电路的完整而简明的基础知识,重点强调了分析、应用和技术实践。内容主要包括基本元件、电量和直流电阻电路、磁与磁路、交流动态电路四部分。大致结构为:第 1 章~第 4 章基本上是物理中电学部分的复习,可以用较快的速度进行教学。第 5 章~第 6 章着眼于直流电阻电路,是整个分析电路的基础,用于解决对已给出电路如何列方程的问题。第 7 章~第 8 章介绍磁路以及磁路应用。第 9 章~第 15 章主要解决交流电路和动态元件的问题。

本书具有以下鲜明的特点:

- 每章及每节的开篇均提纲挈领地给出了本章的重点内容、关键术语以及应用作业的内容,在章节的末尾又给出了关键知识点的小结,有助于学生进一步理解所学知识,形成完整的知识体系。
- 将复杂的主题分解为不同的层次,使读者能够决定在特定时间就某个主题理解到哪种程度;图文并茂,展示了大量电路元件和设备的图片,增强了读者的感性认识。
- 采用与正文分离的本章知识点及与工作实际相结合的应用作业,借助具体的工作加强读者对基本概念的理解以及工作技能的提高。同时涉及到相关的电路元件和电路板、电子实践以及工程应用。本书提供了“动手提示”和“故障诊断”的内容,可以为读者以后的职业生涯提供切实有效的帮助。
- 配套网站 (<http://www.prenhall.com/floyd>) 提供了本书的计算机仿真测试和学习帮助。对于每一类相关的电路技术,书中都通过仿真软件,非常形象直观地给出了实际电路技术测量的详细过程。

本书内容丰富、概念清晰、通俗易懂。每章都包含大量小节复习题、自测题、练习题等,并提供答案,十分有利于自学。书中注重理论联系实际,技术实践部分为读者提供很大帮助。此外,书中电路仿真练习的文件可通过本书配套网站获得。

本书的第1~6章以及前言和附录部分由施惠琼翻译,第7~15章由夏琳翻译。全书由施惠琼负责审校、统稿。

由于水平所限,翻译不妥或错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

译 者

前 言

《电路基础》(第6版)全面介绍了电学和电子学的基本概念、实际应用和故障诊断技术。本书对某些领域进行了加强和改进,同时还增加了一些新的特色。

本书分成两部分:直流电路(第1章~第7章)和交流电路(第8章~第15章)。

本书特色

工程记数法 第1章介绍工程记数法,以及计算器(TI-86)在科学和工程记数法模式下的使用。

电气安全 第2章介绍电气安全。书中通过贯穿全书的“安全提示”来补充这方面的知识。

故障诊断 从3.8节开始介绍故障诊断。介绍一种称为APM(分析、计划和测量)的故障诊断方法,并在很多故障诊断小节和范例中加以运用。

故障诊断:自测题 旨在促进故障诊断所需的思维过程。

电路仿真教程 这是与大多数章节有关的网络教程,学生们可以下载使用。这些教程向学生介绍了Multisim的要素,并根据需要按章节结构顺次进行安排。可以在本书配套网站 <http://www.prenhall.com/floyd> 找到这些教程。

电路仿真问题 大多数章后面的一组问题参考本书配套下载资源提供的用Multisim仿真的电路。这些电路中的很多电路有故障,学生们必须用故障诊断技术把它们找出来。Prentice Hall Electronics Supersite(www.prenhall.com/electronics)的Instructor's Supplements提供了诊断结果。下载资源可在本书配套网站上获得。

应用作业 这部分内容出现在大多数章的最后,提供该章介绍的元器件和概念的实际应用。

动手提示 该特征提供了散布在整本书的有用的真实信息。它们一般与正文内容有关,但是可以跳过,并不影响学生对本章内容的理解。

人物传记 在介绍主要的电学和磁学单位时,提供了与其名称相关的人物之小传。

关键术语 每一章的关键术语在正文中以黑体标示,在章后进行总结并给出定义。

关键术语表 除了本书后面的综合性术语表,每章还有一个关键术语表。

其他特色

- 每章前面开篇部分包含一个引言、本章学习目标和应用作业预览。
- 每节都有简介和学习目标列表。
- 提供很多工作实例。
- 提供每个工作实例的相关问题,并在章末给出答案。
- 配套下载资源中提供了精选工作范例和问题的Multisim仿真,可从 tup.com.cn 或

wenyuan.com.cn 下载。

- 提供小节复习题,并在章末给出答案。
- 每章都提供自测题,并在章末给出答案。
- 提供练习题,按章节进行划分,并且分成基础练习和进阶练习。本书最后给出了奇数练习题的答案。
- 本书最后提供综合术语表。正文中以黑体显示的术语(关键术语)都在该术语表中进行了定义。

学生用资源

配套下载资源 内容包括 Electronics Workbench 公司的 Multisim 2001 的 Enhanced Textbook Edition, 以及一些精选的实例和章末问题的 Multisim 电路文件。Multisim 2001 的 Enhanced Textbook Edition 只用来打开和操作本书相关的所有电路文件。如果希望订购 Multisim 完整版,可以通过三种方式进行订购:访问 <http://www.prenhall.com>、致电 1-800-282-0693 或者发传真到 1-800-835-5327。

与 Multisim 有关的技术问题可以发电子邮件至 support@electronicsworkbench.com, 咨询 Electronics Workbench 公司。

配套网站(www.prenhall.com/floyd) 该网站为学生提供了免费的在线学习指南,他们可以借之检验自己是否已从概念上理解了关键主题。它还包括 Multisim 的仿真手册。

Electronics Supersite(www.prenhall.com/electronics) 学生们将在这里发现一些附加的故障诊断练习、行业站点的链接、对某位电子专业人员的采访,等等。

教师用资源

PowerPoint CD-ROM 该盘包含本书所有图片的幻灯片,以及每章的讲稿。它还包括 Dave Buchla 编著的实验手册(ISBN 0-13-111275-9)的标新立异的 PowerPoint 幻灯片。

配套网站(www.prenhall.com/floyd) 教师可以在该网站发布用 Syllabus Builder 制定的教学大纲。这为网络教学、自学或以任何计算机辅助的方式进行教学提供了非常好的解决方案。

Electronics Supersite(www.prenhall.com/electronics) 教师可在此找到 Prentice Hall 的 *Electronics Technology Journal*(电子技术杂志)、额外的课堂资料以及有关本书的在线补充材料。教师可以在该网站进行注册以获得“用户名”和“密码”。

教师的资源手册 包含各章问题的解答、应用作业的解答和一个 CEMA 技能表。还包括实验手册的实验结果。(ISBN 0-13-111279-1)

(注:如想获得教师用光盘和相关资源,请填写书后的“教师信息反馈表”,传真到 010-62791865。相关人员将协助教师获取。——编者注)

各章特色内容说明

每章开篇语 每章均以开篇语开始,包括章号和标题、本章简介、本章学习目标、应用作业预览。

小节开篇语 各章的每一节均以一个简介开始,其内容包括与本章学习目标有关的基本概述和本节学习目标。

小节复习题 各章的每一节均以小节复习题结束,由强调本节主要概念的问答题或练习题组成。各节复习题的参考答案参见各章的章末。

示例、相关问题和 Multisim 练习 示例有助于说明和澄清基本概念或特定的程序。每个示例均以一个相关问题结束,通过要求学生完成一个与示例相类似的问题来巩固或拓展示例。一些精选的示例包含下载资源中的 Multisim 练习。

故障诊断 很多章包括一节与本章介绍的主题相关的故障诊断内容,强调了逻辑思维和一种称为 APM(分析、计划和测量)的结构化方法。还运用二分法(half-splitting)等特殊的故障诊断方法。

应用作业 应用作业位于大多数章节的章末。它介绍了当前所讲知识的实际应用。在一系列步骤中,要求学生将电路布局与电路原理图进行比较、运用本章所学的概念和理论分析电路以及评估和(或)诊断电路故障。应用作业是选学内容,可以跳过,不会影响任何其他内容的学习。

虽然它们并不是作为实验项目而设计的(除了实验室思想),但是很多应用作业运用真实的印刷电路和仪器进行表示。教师资源手册提供了这些应用作业的结果和解答。Dave Buchla 的实验手册还提供了这些应用作业的备用工作单。

章末内容

- 小结
- 关键术语表
- 公式
- 自测题
- 故障诊断自测题(个别章节)
- 基础练习
- 进阶练习
- Multisim 故障诊断练习(在配套下载资源中)
- 小节复习题参考答案
- 示例相关问题参考答案
- 自测题参考答案
- 故障诊断自测题参考答案

本书使用建议

如前所述,本书分成两部分:直流电路和交流电路。本书可以满足不同的教学时间安排和课程要求。下面是一些使用建议:

方案 1 按 dc/ac 的顺序上两个学期,应当有足够的时间来介绍本书的全部或大多数主题。第一学期介绍第 1 章~第 7 章,第 2 学期介绍第 8 章~第 15 章。

方案 2 这是方案 1 的修改方案,将 9.5 节的电容器内容和 11.5 节的电感器内容安排

在第一学期的直流电路课进行介绍。

方案3 方案1的另一种修改方案,对于那些喜欢在介绍反馈电路之前介绍电抗元件(reactive component)的人,可以在介绍第9章后直接介绍第11章。然后介绍第10章,第12章,依次类推。

方案4 按dc/ac的顺序上一个学期。显然,这种方案需要精选讲课内容并快速介绍很多内容。课程要求变化非常大,我们很难对重点内容做具体建议。

对学生的建议

任何值得做的事情都要求刻苦工作,电子学也不例外。学习新知识的最佳办法是阅读、思考和动手。本书通过提供每节的概述和学习目标、许多实例、练习题和复习题及答案,旨在帮助大家沿着阅读、思考和动手的路线完成本书的学习。

不要期望阅读一次就能透彻理解每一个概念。仔细阅读本书的每一节内容,然后思考已读过的内容。一步一步地完成示例问题,然后再尝试示例的相关问题。有些章节必须多读几遍。在学完每一节以后,通过回答该节的复习题检验自己的理解情况。

复习每章小结和公式列表,做完选择题,最好做每章后面的练习题。奇数练习题的参考答案见书末。做题是检验理解情况和巩固概念的最重要的方法。

电子行业的职位

电子行业多姿多彩,在很多相关领域都有工作机会。因为电子学的应用越来越广,而且新技术发展突飞猛进,所以电子行业的未来似乎是无限广阔的。我们生活中的每一个领域,几乎都在某种程度上因电子技术而得到增强。充分掌握电气和电子原理的基础知识并且愿意继续深入学习的人,向来都是电子行业最抢手的人才。

不能过分强调全面理解本书中的基本原理的重要性。大多数雇主更喜欢雇用既有坚实的理论基础,又有能力且渴望掌握新概念和新技术的人。如果你受过基础知识的良好培训,雇主就可以针对分配给你的工作,对你进行特殊的培训。

一个受过电子技术培训的人,可以胜任电子行业的许多种工作。下面简要讨论几个最常见的工作职能:

- **维修车间技术人员** 这一类技术人员负责修理或调节返还给经销商或制造商进行维修的商业和消费电子设备。具体领域包括TV、VCR、CD播放器、立体声音响设备、民用波段收音机和计算机硬件。该领域还有很多自由职业者。

- **工业制造技术人员** 这些技术人员负责在装配线上测试电子产品,或者负责在产品测试和制造时使用的电子和机电系统的维护和故障诊断。实际上,每种类型的制造工厂,都是用电子控制的自动化设备来生产产品。

- **实验室技术人员** 这些技术人员负责在研发实验室中,负责模拟板试验、原型设计和测试新的或修改过的电子系统。在产品研发阶段,他们一般密切配合电子工程师。

- **现场维修技术人员** 现场维修人员到客户所在地去维修电子设备。这些系统包括计算机系统、雷达装置、自动银行设备和安全系统。

- **工程助理/副工程师** 在电子系统的概念实现和基本的设计和开发阶段,这类技术

人员与工程师密切合作。工程助理往往从产品的初始设计阶段就参与项目开发,一直到产品的早期制造阶段。

- **技术文档编写员** 技术文档编写员编撰技术资料,然后根据这些资料编写使用手册和制作视听材料。熟练掌握某个系统并能正确无误地解释它的原理和操作是很重要的。

- **技术销售人员** 对经过技术培训的人员作为高技术产品的销售代理的需求越来越大。既能理解技术概念,又能与潜在客户交流产品技术,这种能力是非常宝贵的。在这个领域,与技术文献撰写一样,能够以口头或书面形式表达自己是非常重要的。实际上,能够进行良好的沟通对任何一种技术工作都是非常重要的,因为你必须能够正确无误地记录数据和解释程序、结论和所采取的行动,以便其他人能够迅速理解你的所作所为。

电子学发展史上的里程碑

在学习电子学基础之前,让我们简单了解电子学发展史上一些重要的进展。电学和电磁学领域的很多先驱者的名字,以熟悉的单位和量的形式仍然活在后人心中。欧姆、安培、伏特、法拉第、亨利、库仑、奥斯特和赫兹等名称,就是一些比较熟悉的人名。由于他们的巨大贡献,富兰克林和爱迪生等家喻户晓的名字在电学和电子学的历史上具有相当重要的地位。本书很多地方插入了其中一些先驱者的小传,如下所示。

人物传记

詹姆斯·普雷斯科特·焦耳(James Prescott Joule, 1818—1889), 英国物理学家, 因电学和热力学方面的研究成果而闻名于世。他提出了如下关系: 电流通过导体产生的热能总量与导体的电阻和通电时间成正比。后人为了纪念他, 以他的名字为能量的单位命名。

电子学的初期阶段 电子学的早期实验涉及在真空管中通过电流。海因里希·盖斯勒(Heinrich Geissler, 1814—1879)抽出一根玻璃管中的大部分空气,发现电流通过这样的玻璃管时会发出光亮。后来,威廉·克鲁克斯(William Crookes, 1832—1919)发现真空管中的电流似乎是由粒子组成的。托马斯·爱迪生(Thomas Edison, 1847—1931)用带电极的碳丝灯泡做实验,发现有电流从灼热的灯丝流到正极。他为此申请了专利,但是从未用过它。

其他的早期实验测量了真空管中发出光亮的粒子的性质。约瑟夫·汤姆森(Joseph Thompson, 1856—1940)测量了这些粒子的性质,后来把这些粒子叫作电子。

虽然无线电报通信的历史可以追溯到1844年,但电子学基本上是20世纪的概念,起源于真空管放大器的发明。早期的真空管只允许电流朝一个方向流动,这种真空管是由约翰·A·弗莱明(John A. Fleming)于1904年创制,叫作弗莱明阀(Fleming valve),它是真空管二极管的前身。1907年,李·德弗雷斯特(Lee deForest)在真空管中增加了一个栅极。这种新设备叫作audiotron,能够放大微弱的信号。通过在真空管中增加控制元件,德弗雷斯特开创了电子学革命。就是这种设备的一个改进版本,使横贯大陆的电话业务和无线电通信成为可能。1912年,美国加利福尼亚州圣何塞市的一名无线电广播业余爱好者能做到定期广播音乐!

1921年,商务部长赫伯特·胡佛(Herbert Hoover)签发了第一张广播电台许可证,而在随后的两年,签发了600多张许可证。到20世纪20年代末,很多家庭都有了收音机。埃德温·阿姆斯特朗(Edwin Armstrong)发明了一种新型收音机,即超外差式收音机,解决了高频

通信问题。1923年,美国研究员弗拉基米尔·佐里金(Vladimir Zworykin)发明了第一块电视显像管。1927年,费罗·T. 法恩斯沃斯(Philo T. Farnsworth)为他的一整套电视系统申请了专利。

20世纪30年代,无线电通信经历了很多发展,包括金属壳电子管、自动增益控制、袖珍收音机(midget set)和定向天线。在这个十年中,还开始了第一台电子计算机的开发。现代计算机的起源可以追溯到爱荷华州州立大学的约翰·安塔纳索夫(John Atanasoff)的工作。1937年初,他构想了一种能够执行复杂的数学工作的二进制机器。到1939年,他和研究生克利福德·贝瑞(Clifford Berry)组装了一台叫作ABC的计算机(Atanasoff-Berry Computer),它用真空管实现逻辑运算,用电容器作为存储器。1939年,亨利·布特(Henry Boot)和约翰·兰德尔(John Randall)在英国发明了磁控管,这是一种微波振荡器。在同一年内,拉塞尔(Russell)和西格德·瓦里安(Sigurd Varian)在美国发明了微波速调管。

在第二次世界大战期间,电子学得到了快速发展。磁控管和速调管使雷达和甚高频通信成为可能。阴极射线管经改进在雷达中得到了使用。战争期间,计算机研究工作仍在继续。到1946年,约翰·冯·诺依曼(John von Neumann)在宾夕法尼亚州大学发明了第一台存储程序计算机,即Eniac。晶体管的发明是这十年的最重大的发明之一。

固态电子学 早期收音机中使用的晶体检波器是现代固态设备的前身。然而,1947年贝尔实验室晶体管的发明开创了固态电子学时代。发明者是沃尔特·布兰坦(Walter Brattain)、约翰·巴丁(John Bardeen)和威廉·肖克利(William Shockley)。1947年推出了印刷电路板(printed circuit,简称PC)。但是,直到1951年,晶体管才开始在美国宾夕法尼亚州Allentown市进行大规模的商业化生产。

20世纪50年代最重要的发明是集成电路。1958年9月12日,德州仪器公司的杰克·科尔比(Jack Kilby)发明了第一个集成电路。集成电路的发明真正开创了现代计算机时代,使医药业、通信业、制造业和娱乐业发生了影响广泛的变化。自那以后生产出了数十亿块“芯片”(集成电路也称为芯片)。

20世纪60年代,空间战开始,刺激着小型化和计算机的发展。空间战是电子学随后发生急剧变化的驱动力。1965年,仙童半导体公司(Fairchild Semiconductor)的鲍勃·维德拉(Bob Widlar)设计了第一个成功的“运算放大器”。这个运算放大器叫 $\mu A709$,是一个非常成功的运算放大器,但是它存在门锁效应和其他问题。之后,仙童半导体公司推出了曾经风靡一时的运算放大器741。这个运算放大器成为了行业标准,并且影响着运算放大器多年来的设计。

到1971年,一个由仙童半导体公司的一组人创立的新公司,推出了第一个微处理器。这个新公司就是Intel公司,而该产品就是4004芯片,它与Eniac计算机具有相同的处理能力。同年的早些时候,Intel公司宣布了第一个8位处理器。1975年,Atair公司推出了第一台个人计算机,Popular Science杂志在1975年1月版的封面上对它进行特别报道。20世纪70年代还推出了袖珍计算器,经历了光集成电路(optical integrated circuit)的新发展。

到了20世纪80年代,一半以上的美国家庭都使用有线电视网,而不再用电视天线。在整个20世纪80年代,电子学的可靠性、速度和小型化不断改进,包括PC板的自动测试和校准。计算机成为了仪器的一部分,并创建了虚拟仪器。计算机成为工作台上的标准工具。

20 世纪 90 年代,因特网得到了广泛应用。1993 年只有 130 个网站,到了 21 世纪之初(2001 年),已有数百万个网站。各公司争先恐后建立主页,无线电广播的早期发展,多半与因特网并行发展。1995 年,联邦通讯委员会(FCC)为一种叫作数字音频无线电业务(Digital Audio Radio Service)的新业务分配了频谱空间。1996 年,FCC 采纳了数字电视标准,将其作为美国的下一代广播电视标准。

目 录

第 I 部分 直流电路

第 1 章 元件、物理量和单位	3	2.5.1 欧姆:电阻的单位	36
1.1 电子元件和测量仪器	3	2.5.2 电阻器	37
1.1.1 电阻器	3	2.5.3 电阻器标记码	42
1.1.2 电容器	5	2.6 电路	45
1.1.3 电感器	5	2.6.1 电路图	46
1.1.4 变压器	6	2.6.2 闭路和开路	46
1.1.5 半导体设备	6	2.6.3 导线	49
1.1.6 电子仪器	6	2.6.4 导线电阻	50
1.2 电和磁物理量的单位	8	2.6.5 接地	51
1.3 科学记数法	9	2.7 基本电路测量	52
1.3.1 10 的幂	9	2.7.1 电表符号	52
1.3.2 使用 10 的幂的计算	11	2.7.2 测量电流	53
1.3.3 计算器上的科学记数法	12	2.7.3 测量电压	53
1.4 工程记数法和国际单位制词头	13	2.7.4 测量电阻	54
1.4.1 工程记数法	14	2.7.5 数字万用表	54
1.4.2 国际单位制词头	14	2.7.6 模拟万用表读值	57
1.4.3 计算器上的工程记数法	15	2.8 电气安全	59
1.5 国际单位换算	16	2.8.1 电击	59
小结	18	2.8.2 安全预防措施	60
第 2 章 电压、电流和电阻	24	小结	63
2.1 原子	24	第 3 章 欧姆定律、能量和功率	74
2.1.1 原子序数	25	3.1 欧姆定律	74
2.1.2 电子层和轨道	25	3.1.1 电流公式	75
2.1.3 价电子	26	3.1.2 电压公式	76
2.1.4 电离	26	3.1.3 电阻公式	77
2.1.5 铜原子	26	3.1.4 电流和电压的线性关系	77
2.1.6 物质的分类	27	3.1.5 电流与电压的关系图	78
2.2 电荷	28	3.1.6 欧姆定律的图形辅助工具	78
2.2.1 库仑:电荷的单位	28	3.2 欧姆定律的应用	79
2.2.2 正电荷和负电荷	29	3.2.1 已知 V 和 R 求 I	79
2.3 电压	30	3.2.2 已知 I 和 R 求 V	81
2.3.1 伏特:电压的单位	30	3.2.3 已知 V 和 I 求 R	82
2.3.2 电压源	30	3.3 能量和功率	83
2.4 电流	34	3.4 电路中的功率	87
2.5 电阻	36	3.5 电阻器的额定功率	89

3.5.1 选择合适的额定功率	90	5.4.1 电流通路数影响总电阻	174
3.5.2 电阻器故障	91	5.4.2 并联电路总电阻 R_T 的公式	174
3.5.3 用欧姆表检测电阻器	92	5.4.3 并联电路的应用	178
3.6 电阻的能量转化和电压降	93	5.5 欧姆定律在并联电路中的应用	180
3.7 电源	94	5.6 分流器	183
3.7.1 电池的安培小时额定值	95	5.6.1 二分支分流器公式	184
3.7.2 电源效率	95	5.6.2 任意多个并联分支的分流器的 一般公式	185
3.8 故障诊断简介	96	5.7 并联电路的功率	186
3.8.1 分析	96	5.8 电路故障诊断	188
3.8.2 计划	97	5.8.1 支路开路	188
3.8.3 测量	97	5.8.2 通过测量电流寻找开路支路	189
3.8.4 故障诊断实例	97	5.8.3 通过测量电阻寻找开路支路	191
3.8.5 V 、 R 和 I 测量的比较	98	小结	196
小结	100	第6章 串并联组合电路	211
第4章 串联电路	113	6.1 识别串并联关系	211
4.1 电阻器串联	113	6.1.1 重画电路图以确定串并联关系	214
4.2 串联电路中的电流	116	6.1.2 确定印刷电路板上的关系	215
4.3 串联电路的总电阻	118	6.2 串并联电路的分析	217
4.3.1 串联电阻器阻值相加	118	6.2.1 总电阻	217
4.3.2 串联电阻公式	118	6.2.2 总电流	219
4.3.3 等值串联电阻器	121	6.2.3 支路电流	219
4.4 欧姆定律在串联电路中的应用	121	6.2.4 电压关系	220
4.5 电压源串联	125	6.3 带电阻负载的分压器	224
4.6 基尔霍夫电压定律	128	6.3.1 负载电流和分压器电流	226
4.7 分压器	131	6.3.2 双极型分压器	228
4.7.1 分压器公式	132	6.4 伏特表的负载效应	229
4.7.2 电位器作为可调分压器	135	6.4.1 伏特表使电路负载的原因	229
4.7.3 分压器的应用	136	6.4.2 伏特表的内阻	230
4.8 串联电路中的功率	137	6.5 惠斯通电桥	231
4.9 电路接地	139	6.5.1 平衡惠斯通电桥	232
4.9.1 测量对地电压	140	6.5.2 非平衡惠斯通电桥	233
4.9.2 测量未接地的电阻器两端的电压	140	6.6 戴维南定理	235
4.10 故障诊断	143	6.6.1 戴维南等效电压(V_{TH})和 等效电阻(R_{TH})	235
4.10.1 开路	143	6.6.2 戴维南定理中等效的含义	236
4.10.2 短路	145	6.6.3 电路的戴维南等效形式	236
小结	148	6.6.4 戴维南等效电路取决于观察点	238
第5章 并联电路	164	6.6.5 惠斯通电桥的戴维南等效电路	239
5.1 电阻器的并联	164	6.6.6 戴维南定理小结	242
5.2 并联电路的电压	167	6.7 最大功率传输定理	242
5.3 基尔霍夫电压定律	169		
5.4 并联电路总电阻	173		

6.8 叠加定理	244	7.3.3 扬声器	287
6.9 故障诊断	248	7.3.4 仪表指针偏移	288
小结	255	7.4 磁滞	289
第7章 磁与电磁	274	7.4.1 磁化力(H)	289
7.1 磁场	274	7.4.2 磁滞曲线与剩磁	289
7.1.1 磁极间的吸引与排斥	275	7.5 电磁感应	291
7.1.2 磁场变换	275	7.5.1 相对运动	291
7.1.3 磁通(ϕ)	276	7.5.2 感应电压的极性	291
7.1.4 磁通密度(B)	276	7.5.3 感应电流	292
7.1.5 材料如何磁化	277	7.5.4 磁场中载流导线的作用力(电机运动)	292
7.1.6 应用实例	277	7.5.5 法拉第定律	293
7.2 电磁	278	7.5.6 楞次定律	294
7.2.1 磁力线的方向	279	7.6 电磁感应的应用	294
7.2.2 电磁属性	280	7.6.1 汽车机轴位置传感器	294
7.2.3 电磁体	282	7.6.2 直流发电机	296
7.2.4 应用实例	282	7.6.3 直流电动机	297
7.3 电磁设备	284	小结	300
7.3.1 螺形线圈	285		
7.3.2 继电器	285		

第 II 部分 交流电路

第8章 交流电流与交流电压简介	309	8.5.1 正弦波公式的推导	327
8.1 正弦波	309	8.5.2 正弦波相移的表示	328
8.1.1 正弦波的极性	310	8.6 交流电路中的欧姆定律与基尔霍夫定律	330
8.1.2 正弦波的周期	311	8.7 DC 与 AC 电压的叠加	332
8.1.3 正弦波的频率	312	8.8 非正弦波形	334
8.1.4 频率与周期的关系	313	8.8.1 脉冲波形	334
8.2 正弦曲线电压源	315	8.8.2 重复脉冲	335
8.2.1 交流发电机	315	8.8.3 方波	336
8.2.2 电信号发生器	318	8.8.4 脉冲波形的平均值	336
8.3 正弦波形的电压值与电流值	319	8.8.5 三角波形与锯齿波形	337
8.3.1 瞬时值	319	8.8.6 谐波	339
8.3.2 峰值	319	8.9 示波器	341
8.3.3 峰峰值	320	8.9.1 数字示波器	342
8.3.4 均方根值	320	8.9.2 模拟示波器	345
8.3.5 平均值	321	小结	351
8.4 正弦波的角度测量	322	第9章 电容器	365
8.4.1 角度测量	322	9.1 基本电容器	365
8.4.2 弧度/度转换	323	9.1.1 基本结构	365
8.4.3 正弦波的角度	324	9.1.2 电容器如何存储电荷	366
8.4.4 正弦波的相位	324	9.1.3 电容器	367
8.5 正弦波公式	326		

9.1.4 电容器如何存储能量	369	10.3 串联 RC 电路的分析	421
9.1.5 额定电压	370	10.3.1 欧姆定律	421
9.1.6 温度系数	370	10.3.2 电流与电压间的相位关系	423
9.1.7 泄漏	370	10.3.3 阻抗随频率的变化	425
9.1.8 电容器的物理特性	370	10.3.4 相位角随频率的变化	426
9.1.9 物理参数表示的电容公式	371	10.4 并联 RC 电路的阻抗与相位角	428
9.2 电容器的类型	372	10.5 并联 RC 电路的分析	430
9.2.1 固定电容器	373	10.5.1 电流与电压的相位关系	432
9.2.2 可变电容器	377	10.5.2 由并联形式至串联形式的转换	433
9.2.3 电容器标签	378	10.6 串并联 RC 电路的分析	435
9.3 串联电容器	378	10.6.1 总阻抗 Z_{tot} 的测量	437
9.3.1 串联总电容的一般公式	380	10.6.2 相位角 θ 的测量	437
9.3.2 电容器电压	381	10.7 RC 电路的功率	439
9.4 并联电容器	382	10.7.1 RC 电路的功率三角形	440
9.5 直流电路中的电容器	384	10.7.2 功率因素	440
9.5.1 电容器充电	384	10.7.3 功率因素的意义	441
9.5.2 电容器放电	385	10.8 基本应用	443
9.5.3 充放电时的电流与电压	385	10.8.1 RC 滞后网络	443
9.5.4 RC 时间常数	386	10.8.2 RC 超前网络	446
9.5.5 充电与放电曲线	387	10.8.3 RC 电路的频率选择性	447
9.6 交流电路中的电容器	391	10.8.4 将交流信号耦合至直流偏置网络	451
9.6.1 容抗 X_C	391	10.9 故障诊断	453
9.6.2 电容性交流电路的欧姆定律	393	小结	462
9.6.3 电流超前电容器电压 90°	394	第 11 章 电感器	476
9.6.4 电容器的功率	394	11.1 基本电感器	476
9.7 电容器的应用	396	11.1.1 自感	477
9.7.1 电存储器	396	11.1.2 能量存储	477
9.7.2 电源滤波	397	11.1.3 电感的物理特性	477
9.7.3 直流阻隔和交流耦合	398	11.1.4 绕线电阻	478
9.7.4 电源线去耦合	399	11.1.5 绕线电容	479
9.7.5 旁路	399	11.1.6 法拉第定律回顾	479
9.7.6 信号滤波器	399	11.1.7 楞次定律	480
9.7.7 计时电路	400	11.2 电感器的类型	481
9.7.8 计算机存储器	400	11.3 串联电感器	483
9.8 电容器测试	401	11.4 并联电感器	484
9.8.1 欧姆表检测	401	11.5 直流电路中的电感器	485
9.8.2 应用 LCR 电表测试电容值以及其他的参数	401	11.5.1 RL 时间常数	485
小结	403	11.5.2 电感器的充电电流	486
第 10 章 RC 电路	417	11.5.3 电感器的放电电流	488
10.1 RC 电路的正弦响应	417	11.5.4 串联 RL 电路中的感应电压	490
10.2 串联 RC 电路的阻抗与相位角	419		

11.5.5 指数公式	492	13.3.4 串联 RLC 电路的阻抗	570
11.6 交流电路中的电感器	494	13.3.5 串联 RLC 电路的相位角	572
11.6.1 感抗 X_L	495	13.4 串联谐振滤波器	572
11.6.2 电感性交流电路的欧姆定律	496	13.4.1 带通滤波器	573
11.6.3 电流滞后电感器电压 90°	497	13.4.2 通带带宽	574
11.6.4 电感器的功率	497	13.4.3 滤波器响应的半功率点	575
11.6.5 品质因素(Q)	499	13.4.4 分贝测量	575
11.7 电感器的应用	499	13.4.5 带通滤波器的选择性	575
11.7.1 电源滤波器	500	13.4.6 谐振电路的品质因素(Q)及其在带宽中的效应	577
11.7.2 RF 扼流圈	500	13.4.7 带阻滤波器	578
11.7.3 调谐电路	500	13.4.8 带阻滤波器的特性	580
11.8 电感器测试	501	13.5 并联 RLC 电路	581
小结	503	13.5.1 阻抗和相位角	581
第12章 RL 电路	514	13.5.2 电流关系	582
12.1 RL 电路的正弦响应	514	13.5.3 串并联电路至并联电路的转换	584
12.2 串联 RL 电路的阻抗与相位角	515	13.6 并联谐振	586
12.3 串联 RL 电路的分析	517	13.6.1 理想并联谐振条件	586
12.3.1 欧姆定律	517	13.6.2 并联谐振频率	587
12.3.2 电流与电压间的相位关系	518	13.6.3 并联谐振电路中的电流	587
12.3.3 阻抗随频率的变化	520	13.6.4 储能电路	589
12.3.4 相位角随频率的变化	521	13.6.5 非理想电路中的并联谐振条件	590
12.4 并联 RL 电路的阻抗与相位角	522	13.6.6 阻抗随频率的变化	591
12.5 并联 RL 电路的分析	525	13.6.7 谐振时的电流与相位角	591
12.6 串并联 RL 电路的分析	527	13.6.8 非理想电路的并联谐振频率	592
12.7 RL 电路的功率	531	13.6.9 外部负载电阻对储能电路的影响	594
12.7.1 RL 电路的功率三角形	531	13.7 并联谐振滤波器	594
12.7.2 功率因素的意义	532	13.7.1 带通滤波器	595
12.7.3 功率因素修正	533	13.7.2 负载对并联谐振带通滤波器选择性的影响	597
12.8 基本应用	534	13.7.3 带阻滤波器	599
12.8.1 RL 滞后网络	534	13.8 应用	600
12.8.2 RL 超前网络	536	13.8.1 调谐放大器	601
12.8.3 RL 电路的频率选择性	538	13.8.2 接收机的天线输入	601
12.9 故障诊断	540	13.8.3 接收机中的双调谐变压器耦合	601
小结	546	13.8.4 电视接收机中的信号接收和分离	602
第13章 RLC 电路与谐振	558		
13.1 串联 RLC 电路的阻抗与相位角	558		
13.2 串联 RLC 电路的分析	560		
13.3 串联谐振	564		
13.3.1 谐振时的 X_L 与 X_C 相互抵消	565		
13.3.2 串联谐振频率	566		
13.3.3 串联 RLC 电路中电压与电流的振幅	567		