

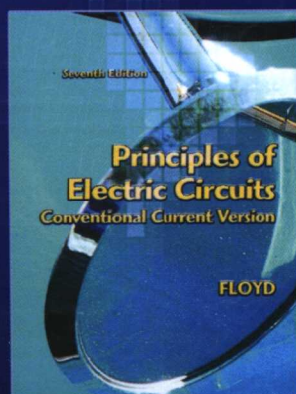
国外电子与通信教材系列



电路原理

(第七版)

Principles of Electric Circuits
Conventional Current Version
Seventh Edition



[美] Thomas L. Floyd 著

罗伟雄 等译



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

高等学校计算机专业规划教材



电路原理

(第七版)

Principles and Elements of Circuit Analysis

Learning Objectives and Assessment Problems

Copyright © 2008



清华大学出版社

1998 年 10 月



清华大学出版社

1998 年 10 月

国外电子与通信教材系列

电路原理

(第七版)

Principles of Electric Circuits

Conventional Current Version

Seventh Edition

[美] Thomas L. Floyd 著

罗伟雄 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书涵盖了有关电元件和电路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、交流动态电路三部分。本书内容丰富、概念清晰、通俗易懂。每章都包含大量思考题、习题和自测题等,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,贯穿全书的电路仿真,可通过本书提供的 Multisim 软件实现。

本书可作为电子、通信、自动控制、信息工程等本科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 © 2005 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Principles of Electric Circuits: Conventional Current Version, Seventh Edition, ISBN: 0130985767 by Thomas L. Floyd. Copyright © 2003. 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:01-2003-0355

图书在版编目(CIP)数据

电路原理(第七版)/(美)弗洛伊德(Floyd, T. L.)著;罗伟雄等译. - 北京:电子工业出版社, 2005.10
(国外电子与通信教材系列)

书名原文: Principles of Electric Circuits: Conventional Current, Seventh Edition

ISBN 7-121-01799-7

I. 电... II. ①弗... ②罗... III. 电路理论-教材 IV. TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第112971号

责任编辑:史平

印刷:北京市天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

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:49.75 字数:1274千字

印次:2005年10月第1次印刷

定价:78.00元(附光盘1张)

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。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

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。

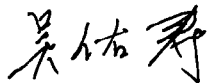
我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老教师和专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,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和自由组合使用。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、南京邮电大学、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、中山大学、哈尔滨工业大学、西南交通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	北京邮电大学校长、教授、博士生导师
	杨千里	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分委员会委员
	徐安士	北京大学教授、博士生导师、电子学系主任 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分委员会委员
	阮秋琦	北京交通大学教授、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分委员会委员
	郑宝玉	南京邮电大学副校长、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	西安交通大学副校长、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分委员会委员
	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分委员会委员
	毛军发	上海交通大学教授、博士生导师、电子信息与电气工程学院副院长 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、《中国邮电高校学报（英文版）》编委会主任
	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	电子工业出版社原副社长
	王志功	东南大学教授、博士生导师、射频与光电集成电路研究所所长 教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会主任委员
	张中兆	哈尔滨工业大学教授、博士生导师、电子与信息技术研究院院长
	范平志	西南交通大学教授、博士生导师、计算机与通信工程学院院长

译者序

本书是在美国大学应用较广的教科书,已出到第七版,是作者在长期教学实践中经过千锤百炼的优秀教材。本书的最大特点是通俗易懂,十分适合学生自学。书中内容与工程实际紧密结合,从实践中提出问题、解决问题,从而使理论学习不再枯燥无味,对提高学生的学习兴趣十分有利。这些都是国内教材比较缺乏的,也是国内外教材的差距所在。因此,我们将本教材介绍给大家,以利于与国外的教材接轨。

本书有如下特点:

- ① 从第3章开始每章均有技术实践测验,用于测试学生对电路现象的掌握情况。这些现象是由电路某一参数的变化或错误所引起的。另外,每章中均有技术实践部分,介绍了一种APM(分析、计划和测量)系统方法,可加强学生的实际动手能力。
- ② 十分适合学生自学,每章都包含大量例题和习题。在章末给出答案,已及本章内容总结。
- ③ 充分利用计算机进行教学。本书附带光盘中提供EWB的电路仿真,可用于技术实践和问题分析。除此之外,还提供Multisim的在线辅导。

本书内容可大致分为:第1章到第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6章到第10章属于直流电阻电路,是整个分析电路的基础,用于解决已给出电路如何列方程的问题;第11章到第15章主要解决交流电路和动态元件;从16章开始,讲解交流电路中的问题。探讨如何用直流电阻电路列方程的方法和动态元件解决交流电路列方程的问题;本书最后讲解了多相电源。

本书的前言由谢征翻译;第1章到第4章、第22章、附录及答案由方芸翻译;第5章到第7章、第21章由吴莹莹翻译;第8章、第9章、部分第10章由杨帆翻译;部分第10章、第11章、部分第12章由张峰翻译;部分第12章、第13章、第14章由褚天汉翻译;第15章、第16章由梁蕪翻译;第18章到第20章由张彦梅翻译;第17章、术语表由吴莹莹、方芸翻译。全书由罗伟雄负责审校、通稿。

前 言

本书为《电路原理》第七版,涵盖了有关电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^①。与前一版本相比,这一版本做了很多改进,但内容与结构基本保持不变。

新特点与改进

技术实践测验 每一章末尾附有一个多重选择的测验,用于测试学生对电路现象的掌握情况,这些电路现象是由于某一变化或错误所引起的。引入另一个电路参数的错误或变化时,学生必须能确定一个特定的量或参数是否增加、减少或保持不变。在每一章的末尾给出答案。

工程标注 第1章的扩充内容中讲述了工程标注,以及在科学和工程标注模式下计算器的使用。

电气安全 第2章中介绍了有关电气安全的内容,以一些“安全提示”作为补充。“安全提示”出现在正文中适当的位置。

技术实践 从3.6节开始介绍技术实践,这是改进的内容。在很多技术实践部分和例题当中,介绍并使用了一种称为分析、计划和测量(APM, analysis, planning, and measurement)的系统方法。

电路仿真 在本书附带的光盘中有 EWB(Electronics Workbench)电路仿真环境,用于技术实践和问题分析。除此之外,还增加了 Multisim 仿真电路。为了保证向后兼容性,考虑到那些还没有升级到 Multisim 的用户,我们保留了 EWB 文件。

电路仿真辅导 网站上仍继续提供有关 EWB 和 PSpice 的辅导教程。除此之外,现在还提供了 Multisim 的在线辅导教程。所有的辅导都可以从 www.prenhall.com/floyd 下载以供学生使用。

主要术语 每一章中的术语都是很重要的。每一章的开始都列出了本章的主要术语。在每章末尾及本书最后的术语表中给出了每个术语的定义。

答案提示 有一些注释会提示学生到哪里能找到问题及练习的答案,这些注释会出现在每一章中。

其他特点

- 章首内容包括每一章的学习目标和主要术语列表
- 基本上每一章的末尾都有技术实践部分
- 书中附有大量高质量的插图
- 包含大量实例
- 每一章都配有与实例相关的问题,而且在最后附有答案

^① 本书中的技术实践主要指故障检修。——编者注

- 每一章的末尾都有章节复习题并配有答案
- 许多章节都包含技术实践部分
- 每一章的末尾都配有自测题及答案
- 每一章的末尾都附有小结和公式清单
- 每一章中都配有针对本章的习题。本版增加了更多有难度的题目,这些题目会用星号标示出来。题号为奇数的问题配有答案,答案在本书的后面给出
- 书后的术语表给出了书中所有主要术语的定义
- 采用传统的电流方向(本书另一个版本中采用电子流动方向作为电流方向)

补充学习资料

Electronics Workbench/Multisim 光盘 随书附带光盘中有一套 EWB 仿真电路文件和一套与本书中的问题相对应的 Multisim 电路仿真文件。这些电路中的很多都隐藏着错误。此光盘还含有 Multisim 的增强教科书版本,便于读者阅读所提供的电路文件。如果读者需要把 Electronics Workbench 软件用于其他用途,可以购买此软件。购买该软件请与当地的 Prentice Hall 销售代表或 Electronics Workbench 联系。

支持网站(www.prenhall.com/floyd) 此网站面向学生提供测试的机会。在网上,学生可以测试自己的学习进展情况并且可以回答测试样题。

章节结构特点说明

章首 每一章章首的内容包括每一章的学习目标、主要术语列表,以及包括补充材料和学习辅导资料的网络资源。

每节复习 每一节的最后都有复习,由若干问题或者练习组成,强调了每一节里介绍的主要概念。复习的答案在每一章的末尾给出。

实例与练习 每章都有大量的实例,有助于解释和阐明基本概念和具体的分析过程。每一个实例的最后都有一个相关问题练习,要求学生解决与实例相似的问题,这些练习强化并且扩展了实例本身的要求。

技术实践 很多章都含有技术实践部分,与每一章的主题密切相关,同时强调逻辑思维和 APM 结构化方法。在适当的地方还会用到特殊的技术实践方法,比如半分法。

实践中的技术理论(简称为技术实践) 这是每一章(第 1 章和第 22 章除外)最后的一个特殊部分,给出与每一章中特定主题相关的实际应用。每一个技术实践部分都有一系列学习方法,包括附有电路图的电路板布线比较,电路分析,使用确定电路工作状态的仪器,某些情况下还包括开发简单的测试过程。技术实践的结果和答案可以在指导资料手册中找到。

章末内容 以下是每一章末的教学内容:

- 小结
- 主要术语
- 公式
- 自测题

- 技术实践练习(故障检修测验)
- 习题
- 答案

对使用本书进行电路教学的建议

课程重点突出 本书极具灵活性,是针对两学期课程系列而编写的。其中关于直流的内容(第1章至第10章)在第一学期讲授,关于交流的内容(第11章至第22章)在第二学期讲授。在一学期中讲授完直流与交流的内容也是可行的,但是需要很好地选择和缩减某些内容。

通常情形下,时间的限制或课程的侧重点会影响所讲授的内容。如果是这样,选择教学内容有几种备选方案。以下,我们提出了忽略或者删节某些内容的建议。这并不意味着某些内容相对来说不重要,但是在具体专业的背景下,这些内容不像非常基础的内容一样必须加以高度重视。因为课程重点、层次和授课时间随专业的不同而不同,因此必须基于具体的需求来忽略或者缩减某些内容。由此,以下建议仅作为一个总的指导原则。

1. 可以考虑将以下各章作为删节或可选内容:

- 第8章,电路理论和变换
- 第9章,支路、网孔和节点分析
- 第10章,磁场和电磁场
- 第19章,基本滤波器
- 第20章,交流分析中的电路定理
- 第21章,电抗电路的脉冲响应
- 第22章,电力应用中的多相位系统

2. 技术实践和故障检修部分是可以删节的,这不会影响到其他教学内容。

3. 在讲述内容连贯的基础上,指导教师可以忽略或删节其他一些具体内容。

指导教师可以慎重地按照教学需要改变课本中内容的先后次序。例如,有关电容器和电感器的内容(第13章和第14章)可以放在第一学期直流课程的最后讲授,而将13.6节、13.7节、14.6节和14.7节中关于交流的内容推迟到第二学期讲授。另一种方案是将第13章和第14章的内容放在第二学期讲授,但是要在第13章(电容器)后紧接着讲授第16章(RC 电路),在第14章(电感器)后紧接着讲授第17章(RL 电路)。

技术实践 这一部分将会介绍基本概念和元器件的应用,有助于激发读者的兴趣。对于如何应用有以下建议:

- 作为一章中的组成部分,用于解释说明如何将概念和元器件应用于实践中。可将此任务布置为家庭作业。
- 作为附加学分的作业。
- 作为课堂活动,以促进课堂讨论和教师与学生的互动,帮助学生理解为什么需要掌握这些知识。

电抗电路的讲授 第16章到第18章使教师可以方便地运用两种教学方法来讲授电抗电路的内容。

第一种是基于元件来讲授相关内容。也就是说,首先讲解第 16 章(RC 电路),然后讲授第 17 章(RL 电路),最后讲授第 18 章(RLC 电路与谐振)。

第二种是基于电路类型来讲授相关内容。也就是说,首先讲授有关串联电抗电路的所有内容,然后讲解有关并联电抗电路的所有内容,最后讲述有关串并联电抗电路的所有内容。为了便于应用此方法,每一章分成以下几个部分:第一部分介绍串联电抗电路,第二部分介绍并联电抗电路,第三部分介绍串并联电抗电路,第四部分介绍特殊主题。所以,对于串联电抗电路,可以按顺序讲授这三章中的第一部分;对于并联电抗电路,可以按顺序讲授这三章中的第二部分;对于串并联电抗电路,可以按顺序讲授这三章中的第三部分;最后讲授这三章中的第四部分。

致学生

任何职业训练都需要付出刻苦的努力,电子学也不例外。学习新知识最好的方法是阅读、思考和操作。本书的编排可以对你提供帮助,书中包括总览、每一节的学习目标、大量的实例、实践练习以及配有答案的复习题。

不要期望在阅读一遍之后,就可以对每一个概念了解得非常清楚。仔细阅读课本中的每一节,并且思考一下自己都读了些什么内容。在尝试解答例题后面的相关习题之前,先逐步将例题解答出来。有些时候需要不止一遍地阅读某些部分的内容。在每一节之后,通过回答各节的复习题来检查你对内容的理解。

复习每章的小结和公式,做多重选择的自我测试题,最后解答每一章后面的问题。在每一章的末尾,可以核对你的技术实践测验和自我测试的答案;在本书的末尾提供了奇数标号习题的答案。解决问题是检查理解程度和巩固概念最重要的方式。

电子学领域的职业机会

电子学领域丰富多彩,在很多方面都可获得职业机会。由于电子学在当前有着多方面的应用,并且新技术正在快速发展,因此电子学的将来无可限量。在我们的生活当中,几乎没有一个领域未曾经历通过某种程度电子技术应用的增强和改善。在这些领域中,对于全面掌握有关电气和电子的基础知识并且愿意继续深造的专业技术人员始终有极大的需求。

我们不得不再三强调彻底理解本书中基本原理的重要性——大多数雇主更喜欢聘用的人员是,不仅在基本知识和技能方面有全面扎实的基础,而且渴望学习新的知识和技术。如果你已经在基础知识方面进行了良好的培训,雇主往往会在指派你做工作的具体项目中对你再次进行培训。

经历过电子技术培训的人员往往可以胜任多种类型的工作。以下简要讨论了几种最普遍的工作。

维修公司技术员 这一类型的技术员工负责修理或者调整商业用途的和客户手上的电子设备,这些设备由于需要进行维修而返回到销售商或生产商那里。这些领域的具体产品包括:电视机、录像机、CD 播放机、立体声设备、民用波段收音机,以及计算机硬件等。该领域中也有(个体)自主经营的机会。

工业生产技师 生产员工负责在生产线上测试电子产品,或者负责维护和检修用于产品生产和测试的电子和机电系统。实际上,无论生产什么产品,各种类型的工厂都要使用电子控制的自动化设备。

实验室技师 这些技术人员通常在研究与开发实验室里负责制作实验电路板和原型,也可能负责测试新的或修改过的电子系统。在产品的开发阶段,他们通常与工程师紧密配合。

领域服务技术员 领域服务人员在用户处维护及修理电子设备——例如计算机系统、雷达设施、自动银行设备和安全系统。

工程助理/助理工程师 在设想的实现以及电子系统基本的设计和开发阶段,此类人员与工程师紧密配合。工程助理经常需要在一个项目中从最初的设计阶段一直服务到早期生产阶段。

技术编撰 技术编撰汇总技术信息,并且利用这些信息编写手册及制作音像资料。从事此类工作的基本要求是:具有对特定系统的广博知识,并且拥有能清楚地解释系统原理及操作的能力。

技术销售 对于高科技产品,需要经过技术培训的人员作为销售代表。对技术概念的理解能力以及将产品的技术特点传达给潜在客户的能力是非常有价值的。在此领域中,正如技术编撰一样,口头及书面表达能力是至关重要的。事实上,对于任何技术工作类型来说,好的交流和沟通能力都是很重要的。因为,为了使其他人能够很容易地理解你所做的事情,你必须能够清晰地记录数据并且解释程序、结论和行为。

电子学领域的里程碑

在开始学习电路之前,让我们简要地回顾一下对今天的电子技术起到了关键作用的一些重要发展历程。在电学和电磁学领域中,很多早期先驱者的姓名还以熟悉的单位和量的名称的形式存留在我们的记忆当中,比如欧姆、安培、伏打、法拉、亨利、库仑、奥斯特和赫兹。这些名字都是一些著名的例子。更加著名的人物,如富兰克林和爱迪生,在电学和电子学历史上具有举足轻重的地位,他们对电学和电子学做出了巨大的贡献。

电子学的起源 早期的电子试验包括真空管中的电流。Heinrich Geissler (1814 ~ 1879) 将玻璃试管中的空气基本抽空,发现有电流流过时试管发光。后来,William Crookes (1832 ~ 1919) 发现真空管中的电流似乎是由微粒组成的。Thomas Edison (1847 ~ 1931) 用带有极板的碳丝灯泡做实验,发现在热的灯丝与正电极板之间有电流。他为此申请了专利,但从未加以利用。

另一些早期的实验测量了在真空管里流动的微粒的特性。Joseph Thompson 爵士 (1856 ~ 1940) 测量了这些微粒的特性,后来将其称为电子。

虽然无线电报通信可以追溯到 1844 年,但是电子学基本上是 20 世纪的概念,因为它起源于真空管放大器的发明。John A. Fleming 在 1904 年制造出了一个早期的真空管,在其中只允许电流向一个方向流动。这个器件称为 Fleming 管,是真空二极管的始祖。在 1907 年,Lee deForest 将一个栅极加到真空管中。这个称为声子 (audiotron) 的新器件可以放大微弱信号。由于加上了这个控制电极,deForest 掀起了电子学的变革浪潮。该器件的改进版本使得横贯大陆的电话服务及无线电成为可能。1912 年,在加利福尼亚的圣何塞,已经有无线电业余爱好者进行定期的音乐广播了。

1921 年,美国商业部长 Herbert Hoover 给一个无线电广播站发放了第一个许可证,其后的两年间共发放了 600 多个许可证。到 20 世纪 20 年代末,很多家庭都有了无线电收音机。Edwin Armstrong 发明了一种新型的超外差式无线电收音机,解决了高频通信问题。1923 年,美国研究员 Vladimir Zworykin 发明了第一个电视显像管;1927 年,Philo T. Farnsworth 为一个完整的电视系统申请了专利。

20 世纪 30 年代无线电技术有了很大的发展,包括金属壳电子管、自动增益控制、小型收录机和方向性天线等。最早电子计算机也是在这 10 年中开始开发的。现代计算机的根源可以追溯到衣阿华州立大学 John Atanasoff 的工作。从 1937 年开始,他就预想设计一台能够进行复杂数学运算的二进制机器。1939 年,他和研究生 Clifford Berry 创造出了一台叫做 ABC(Atanasoff-Berry Computer)的二进制机器。这台机器使用真空管进行逻辑运算,用电容器作为存储器。1939 年, Henry Boot 和 John Randall 在英国发明了磁控电子管——一个微波振荡器。同年, Russell 和 Sigurd Varian 在美国发明了速调微波管。

在二战期间,电子学得到了快速发展,磁控管和速调管使得雷达和甚高频通信的实现成为可能。阴极射线管改进后用于雷达。战争期间计算机开发工作继续进行。1946 年, John von Neumann 在宾夕法尼亚大学开发出了第一台存储程序的计算机,称为 Eniac(真正实现 Eniac 的工程技术人员是 Presper Eckert 和 John Mauchly)。这个时期以晶体管的发明而告结束,这是该领域最重要的发明之一。

固态电子学 用于早期无线电收音机的晶体检波器是现代固态器件的始祖。然而,固态电子学的时代始于 1947 年——贝尔实验室中晶体管的发明,发明者是 Walter Brattain, John Bardeen 和 William Shockley。1947 年出现了印制电路板,发明了晶体管。1951 年,在宾夕法尼亚的艾伦镇开始了晶体管的商品化生产。

20 世纪 50 年代最为重要的发明是集成电路。1958 年 9 月 12 日, Jack Kilby 在美国德州仪器公司制造了第一个集成电路。这一发明实际上揭开了现代计算机时代的序幕,并且给医疗、通信、生产和娱乐业带来了彻底的变革。从那以后,数以十亿计的“芯片”(集成电路后来称为芯片)制造了出来。

20 世纪 60 年代开始太空竞争,刺激了设备小型化和计算机化的进程。因此太空竞争是电子学迅速发展背后的驱动力。1965 年, Bob Widlar 在 Fairchild(仙童)半导体公司设计出了第一个成功的运算放大器,这个称为 $\mu A709$ 的运算放大器(“op-amp”)虽然十分成功,但是仍有“锁定”及其他问题。后来,最流行的运算放大器 741 在 Fairchild 公司成型,这个运算放大器成为工业标准,并且在后来的多年中影响着运算放大器的设计。

1971 年,一家新的公司开发出了微处理器。这家新公司由一组来自 Fairchild 公司的人员组成,实际上就是 Intel(英特尔)公司。该产品就是 4004 芯片,拥有与 Eniac 计算机同样的处理能力。就在同一年, Intel 公司发布了第一个 8 位处理器 8008。1975 年, Altair 推出了第一部个人计算机,“Popular Science”杂志在 1975 年 1 月号的封面上登出了它的特写。20 世纪 70 年代也是袖珍计算器面世和光集成电路有了新发展的时期。

到了 20 世纪 80 年代,美国近一半的家庭都使用电缆耦合器取代电视天线。电子产品的可靠性、速度和小型化继续在 20 世纪 80 年代稳步发展,其中包括印制电路板的自动测试和校准。计算机成了仪器仪表的组成部分,并且产生了虚拟仪器,计算机成为工作平台上的一个标准工具。

20 世纪 90 年代是互联网广泛应用的时期。1993 年只有 130 个网站,而现在已有几百万个网站。各公司蜂拥而上建立自己的主页,很多无线电广播的早期发展和互联网类似。在 1995 年, FCC 为一个新出现的、称为数字音频无线电服务的项目分配了频谱空间。1996 年, FCC 为下一代广播电视采用了数字电视标准。

2001 年 1 月, 21 世纪已经来临。这些年主要的技术发展将是互联网的爆炸性增长, 互联网上的通信量每 100 天增加一倍, 看不到终止的势头。这些技术的未来将比以往更加辉煌。

致谢

很多有才能的人参与了本版《电路原理》的出版工作。本书的内容和准确性经过了详尽的检查和审阅。Prentice Hall 的 Rex Davidson, Kate Linsner 和 Dennis Williams 等人在本书从加工到印制的各个阶段中付出了极大的努力。Lois Porter 出色地完成了手稿的编辑工作,她对细节把握的准确程度简直超乎我们的想像。Jane Lopez 再次为本书提供了精美的插图和图片。Gary Snyder 为第七版创建了用于 Electronics Workbench 和 Multisim 特性的电路文件,上一版中这项工作也是由他负责的。

这里谨对所有已提到的和未提到的,对本书提出了许多有价值的建议和建设性意见,并给本书以极大影响的人们致以诚挚的谢意! 谨向 Lakeland Community College 的 Herbert Hall, Delaware Tech and Community College 的 Leslie E. Johnson, Ivy Tech State College 的 Steve Kuchler, Ridgewater College 的 Stuart Peterson, Denver Technical College 的 Charles R. Morgan, Northwest State Community College 的 Jon Speer 和 Kirkwood Community College 的 Victor L. Stateler 致谢!

Tom Floyd

目 录

第 1 章 元件、量和单位	1
引言	1
1.1 电子元件和测量仪器	1
1.2 电学和磁学的单位	5
1.3 科学计数法	6
1.4 工程计数法和国际单位词头	9
1.5 国际制单位的转换	12
第 2 章 电压、电流和电阻	18
引言	18
2.1 原子结构	19
2.2 电荷	22
2.3 电压	24
2.4 电流	26
2.5 电阻	28
2.6 电路	35
2.7 基本电路测量	41
2.8 安全用电	46
技术实践	48
第 3 章 欧姆定律	59
引言	59
3.1 欧姆定律	59
3.2 计算电流	61
3.3 计算电压	63
3.4 计算电阻	65
3.5 电流、电压和电阻的关系	66
3.6 故障检修介绍	68
技术实践	71
第 4 章 能量和功率	80
引言	80
4.1 能量和功率	80
4.2 电路中的功率	82
4.3 电阻的额定功率	84
4.4 电阻的能量转换和压降	87

4.5 电源	88
技术实践	90
第5章 串联电路	97
引言	97
5.1 串联电阻	97
5.2 串联电路中的电流	99
5.3 串联电路的总电阻	101
5.4 串联电路中的欧姆定律	103
5.5 串联的电压源	106
5.6 基尔霍夫电压定律	108
5.7 分压器	111
5.8 串联电路中的功率	115
5.9 电路接地	117
5.10 故障检修	120
技术实践	124
第6章 并联电路	138
引言	138
6.1 并联的电阻	138
6.2 并联电路的电压	141
6.3 基尔霍夫电流定律	142
6.4 并联电路的总电阻	145
6.5 并联电路中的欧姆定律	150
6.6 并联的电流源	152
6.7 分流器	153
6.8 并联电路中的功率	156
6.9 并联电路应用实例	157
6.10 故障检修	161
技术实践	165
第7章 串并联电路	179
引言	179
7.1 确定串并联关系	179
7.2 串并联电路分析	184
7.3 带有电阻负载的分压器	189
7.4 伏特表的负载效应	193
7.5 梯形网络	195
7.6 惠斯通电桥	199
7.7 故障检修	202
技术实践	206