

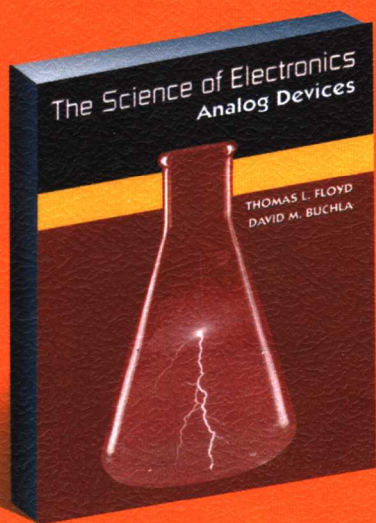


国外经典教材·电子信息

PEARSON  
Prentice  
Hall

# The Science of Electronics: Analog Devices

# 模拟电子技术基础 (双语版)



中英文对照，便于双语教学

教师可获得电子课件和教案

配套网站提供联机学习途径

(美) Thomas L. Floyd 著  
David M. Buchla 著  
王燕萍 译



清华大学出版社

国外经典教材·电子信息

# 模拟电子技术基础 (双语版)

(美) Thomas L. Floyd 著  
David M. Buchla

王燕萍 译

清华大学出版社

北京

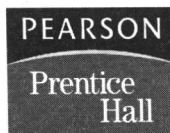
# THE SCIENCE OF ELECTRONICS

---

## Analog Devices

THOMAS L. FLOYD

DAVID M. BUCHLA



Upper Saddle River, New Jersey  
Columbus, Ohio

## 内 容 简 介

本书结合理论和实践,是模拟电路分析的理想教材。全书共12章,分别介绍模拟的概念、二极管、双极型晶体管、场效应管、放大器、滤波器、稳压器、振荡器和定时器、测量和控制电路、基本运放电路。书中穿插大量有趣的补充背景知识、丰富的例题、小节复习题和章末练习题。

考虑到模拟电路分析双语教学的需要,本书不仅同时提供英文和参考译文,还有专门的网站提供便于学生巩固和复习的多种类型的测试题。选用本教材的教师还可获得电子课件和电子教案。

通过本书的学习,学生可以了解掌握模拟电子技术的基础知识,培养定性分析模拟电子电路的能力。本书可作为高等院校电子信息类专业本科生教材,也可供相关技术人员进一步参考。

Bilingual 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: The Science of Electronics: Analog Devices, by Thomas L. Floyd, David M. Buchla, Copyright © 2005

EISBN: 0-13-087540-6

All Rights Reserved.

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

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: 01-2006-4639

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础(双语版)/(美)弗洛伊德(Floyd T. L.), 布奇勒(Buchla D. M.)著;王燕萍译. —北京:清华大学出版社, 2007.1

(国外经典教材·电子信息)

书名原文: The Science of Electronics: Analog Devices

ISBN 978-7-302-14282-9

I. 模… II. ①弗… ②布… ③王… III. 模拟电路—电子技术—教材—英、汉 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 149577 号

责任编辑: 文开棋

封面设计: 久久度文化

责任校对: 马素伟

责任印制: 杜 波

出版发行: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

[c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

社 总 机: 010-62770175 邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015 客户服务: 010-62776969

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印 张: 44.25 字 数: 1058 千字

版 次: 2007 年 1 月第 1 版 印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 4000

定 价: 59.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 022534-01

**To our wives:**  
**Sheila and Lorraine**

**Library of Congress Cataloging-in-Publication Data**

Floyd, Thomas L.

The science of electronics. Analog devices / Thomas L. Floyd, David M. Buchla.  
p. cm.

ISBN 0-13-087540-6 (alk. paper)

1. Electronics--Textbooks. 2. Analog electronic systems--Textbooks. I. Buchla, David M. II. Title.

TK7816.F575 2005

621.381--dc22

2003069031

**Editor in Chief:** Stephen Helba  
**Acquisitions Editor:** Dennis Williams  
**Development Editor:** Kate Linsner  
**Production Editor:** Rex Davidson  
**Design Coordinator:** Diane Ernsberger  
**Cover Designer:** Linda Sorrells-Smith  
**Cover art:** Getty Images  
**Production Manager:** Pat Tonneman  
**Marketing Manager:** Ben Leonard

This book was set in Times Roman and Kabel by Carlisle Communications, Ltd. It was printed and bound by Courier Kendallville, Inc. The cover was printed by Phoenix Color Corp.

---

**Copyright © 2005 by Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.** Pearson Prentice Hall. All rights reserved. Printed in the United States of America. This publication is protected by Copyright and permission should be obtained from the publisher prior to any prohibited reproduction, storage in a retrieval system, or transmission in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or likewise. For information regarding permission(s), write to: Rights and Permissions Department.

**Pearson Prentice Hall™** is a trademark of Pearson Education, Inc.  
**Pearson®** is a registered trademark of Pearson plc  
**Prentice Hall®** is a registered trademark of Pearson Education, Inc.

Pearson Education Ltd.  
Pearson Education Singapore Pte. Ltd.  
Pearson Education Canada, Ltd.  
Pearson Education—Japan

Pearson Education Australia Pty. Limited  
Pearson Education North Asia Ltd.  
Pearson Educación de Mexico, S.A. de C.V.  
Pearson Education Malaysia Pte. Ltd.



10 987654321  
ISBN: 0-13-087540-6

# 出版前言

作为高等院校的教学改革的重要内容,双语教学正在各大院校如火如荼地开展。模拟电子技术这门课程也不例外。为推动“模拟电子技术基础”课程的双语教学,我们选择出版《模拟电子技术基础(双语版)》。

本书作者 Thomas L. Floyd 和 David M. Buchla 具有多年的行业实践、教学和写作经验,善于化繁为简,善于将知识性和趣味性融合在一起。他们编写的教材颇受学生和教师们欢迎。Floyd 先后就职于德州仪器和马丁·玛丽埃塔公司,担当高级工程师。从 1973 年加入大学,担任教师。前后出版了多部教材,包括 *Digital Fundamentals* (目前已经更新到第 8 版), *Principles of Electric Circuits*, *Electronics Fundamentals: Circuits, Devices, and Applications*, *Electric Circuits Fundamentals*, *Fundamentals of Linear Circuits* 和 *Basic Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits*。Buchla 出版了多部教材和实验指导,其中包括 *The Science of Electronics: Digital*, *The Science of Electronics: DC/AC* 和 *The Science of Electronics: Analog Devices*

本书特点鲜明,浅显易读,比较适合电子信息类本科学生的水平。书中全面介绍了最重要的一些模拟器件,包括离散二极管和晶体管、运算放大器、传感器和半导体闸流管。具体说来,第 1~5 章介绍离散器件和电路,第 6~11 章介绍运算放大器和其他集成电路。第 12 章介绍测量和控制电路,比如传感器和半导体闸流管。本书的每章均有与本章内容相关的“科学聚焦”,便于学生对所学知识有更明确的了解。书中穿插类型丰富的练习题,包括例题、变异题,节后复习题,章后选择题、问题、基本题、练习题等,有利于学生全面掌握所学知识。章首提供提炼主要知识点的提纲和关键术语名称,章后均有关键术语、本章要点和公式等,有利于学生的学习。

为帮助学生课前事先预习,课后迅速吸收,以保证教学的顺利开展,本书将以中英文双语的形式出版。希望借着本书紧密结合科学与电子技术的特点,能够激发学生对电子技术的兴趣。大致说来,本书分为两大部分:英文部分和中文部分。英文部分保留原著特色。考虑到篇幅的问题,中文部分稍有删节。每章章首特色(比如 Chapter Outline, Key Objectives, Key Terms)、各章中的图、章末习题(比如 Chapter Checkup, Questions, Problems)和答案以及书末的 Answers to odd-numbered questions, Glossary 和 Index 均不再重复出现。

“模拟电子技术基础”这门课程的双语教学正在摸索、起步阶段,希望本书的出版能为此增加动力,促成其日益繁荣。意见和建议请发送邮件到 [coo@netease.com](mailto:coo@netease.com),我们期待着听到您的心声。

清华大学出版社

# 前 言

## 电子学丛书简介

《电子学:电路分析基础》是电子学丛书中的一本,该丛书还包括《电子技术基础(数字部分)》。本丛书以简单而清晰的格式全面介绍了电子学的基础理论,说明了电子学与其他学科的紧密关系。编写这些书的目的是,使它们适合中等学校以及理工大学和社区大学的电子学入门课程使用。这些书有很多教学特征,旨在提高学习兴趣,使大家能够愉快地学习。

本书首先介绍电子学的一些基本物理概念,诸如基本单位和导出单位、功、能和能量守恒定律等。然后介绍测量科学中的重要概念,诸如准确度、精密度、有效数字和测量单位。最后介绍无源直流电路和无源交流电路、磁路、电动机、发电机和仪器。

《电子技术基础(数字部分)》介绍传统的主题,包括数制、布尔代数、组合逻辑和时序逻辑以及入门教材中不常见的一些主题。工业界正朝着可编程设备、计算机和数字信号处理的方向发展,因而这些重要主题分别用单独的一章进行阐述。虽然这些主题比较复杂,但是仍然用相同的基本方法对待它们。

《模拟电子技术基础》前5章分别介绍了二极管、晶体管和离散放大器。然后在接下来的6章介绍了有关运算放大器的知识。测量是所有科学中相当重要的一种技术,因此本书的最后一章介绍了测量和控制电路的知识,以及有关传感器和晶闸管的内容。

这个系列教材中,每一章均以“科学聚焦”特别报道开篇。其中讨论了与每一章内容相关的领域中的科学进步。它包括物理学、化学、生物学、计算机科学等领域中重要的相关思想。电子学是一个富有生命力的科学领域,我们尽量在读者刚刚开始学习时,向他们重点介绍一些激动人心的最新发现和进步。

## 电子学丛书的主要特征

- 每章的科学聚焦讨论了与每一章内容相关的领域中的科学进步。
- 易于阅读和良好说明的格式。
- “致学生”提供了电子学领域的综述,包括职业、重要的安全规则和工作场所信息,以及电子学的简史。
- 多种练习题用来巩固知识和检查进展情况,包括例题、例题思考题、复习题、简答题、选择题、计算题和 Multisim 电路仿真。
- 计算机仿真允许学生观察具体电路实际上是如何工作的。
- “安全小常识”不断地提醒学生安全的重要性。
- “历史小常识”与文中提到的思想或人有联系。
- 有几章中,开篇处出现了“工作指引”的特征,讨论了重要的就业问题。
- 对于关键术语,除了每章后面给出定义外,还在正文中用黑体字表示。
- 书末有一个综合性术语表,包含全书所有的关键术语及其定义。

- 每章后面总结了重要的要点和公式。

## 《模拟电子技术基础》简介

本书对重要的模拟元件——如二极管、晶体管、运算放大器、传感器、晶闸管等——作了相应的介绍。本书的前5章介绍了分离元件及其电路。接下来的6章介绍了运算放大器和其他集成电路。最后一章介绍测量和控制电路,包括传感器和晶闸管。

另一个必须指出的重要概念是科学与电子学之间的紧密关系。许多主讲电子学课程的教师已经意识到了这种联系,但许多教材都忽略了它。本书自始至终都强调这种联系并用“科学聚焦”(Science Highlight)来说明电子学与科学的渊源。

为了顾及各个层面不同的要求,本书所包含的内容范围较广,可以根据需要随意选择。比如,教师可以跳过第5章的全部或部分内容,这一章的内容涉及多级放大器、射频和功率放大器,这种删减不会影响知识的连贯性。

## 配套的学生资源

- 配套网站 [www.prenhall.com/SOE](http://www.prenhall.com/SOE)。这是为“电子学丛书”专门开发的,其中包括:为本书中的精选实例配套设计的计算机仿真电路;判断题、填空题和选择题的各章测验题,使学生能够检验是否理解书中介绍的材料。
- Prentice Hall 电子学超级站点(Prentice Hall Electronics Supersite)。该 Web 站点提供了数学学习工具、电子行业的就业机会链接和其他有用信息。

## 教师资源

- 教师光盘上的 PowerPoint 幻灯片。
- 相关网站 [www.prenhall.com/SOE](http://www.prenhall.com/SOE) 对于教师而言,该网站上的 Syllabus Manager 工具允许教师在线发布教学提纲。这种方式对于在线教学、自定步调或者计算机辅助教学都是很好的解决方案。
  - 教师版 其中包括各章问题的答案以及所有习题的解答。
  - 测验项目文件 一个包括多选题、判断题和填空题在内的测验题库。
  - Prentice Hall TestGen 这是测验项目文件的电子版,教师可以通过它定制测验题。
  - Prentice Hall Electronics Supersite 教师在该网站上可以访问到各种资源,包括与本书配套的带密码保护的教师手册。请与你当地的 Prentice Hall 销售代表联系,获取用户名和密码。

## 本书特色说明

### 章开篇语

每章开头均提供“引言”、“学习目标”和“关键术语”。部分章还提供相应的“工作指引”特色段落。



## 科学聚焦

紧接着是科学聚焦,介绍了与本书内容相关的高级概念和科学主题。

## 复习题

每节均以 5 道复习题结尾,用于强调所介绍的主要概念。复习题的参考答案见章末。

## 例题和思考题

本书用大量例题来帮助说明和澄清基本概念或具体步骤。每个例题均以一个与本例相关的思考题结束。

## 计算机仿真

大多数电路图在本书配套网站以 Multisim 文件形式提供。在本书中,文件名采用 Fxx-yyDC 和 Fxx-yyAC 格式,其中 xx-yy 表示电路图编号,而 DC 或 AC 表示本书(DC/AC)中的一个文件。DC 文件为第 1 章~第 6 章中的仿真文件,AC 文件为第 10 章~第 13 章中的仿真文件(第 7 章~第 9 章没有仿真文件。)这些仿真电路可用于验证书中学过的精选电路的运作情况。登录 [www.prenhall.com/SOE](http://www.prenhall.com/SOE) 并选择本书,即可访问 Multisim 电路。单击章标题可选择想要学习的章节,然后单击标题为“Multisim”的模块。随后可看到一段介绍以及指向那一章电路的链接。

## 故障诊断

很多章节包含故障诊断技术以及与当前主题相关的测试仪器的使用。

## 本章回顾

本章回顾包括:

- 关键术语。各章中以黑体显示的术语,在这里和书末的综合性术语表中都有定义。
- 要点。
- 公式。总结了当前章已编号的公式。
- 选择题。参考答案见章末。
- 简答题。单数题参考答案见章末。
- 基本题和进阶题。其中所有单数题的参考答案见书末。

## 参考答案

每章最后给出了部分练习题的参考答案。这些答案包括例题思考题参考答案、复习题参考答案和选择题参考答案。

## 书末特色

书的最后提供 1 个附录“对数和分贝”。

# 致 学 生

## 《模拟电子技术基础》简介

相信你会发现《模拟电子技术基础》是做好求职准备的有效工具之一,并发现本书对将来的深入学习非常有用。学完本课程以后,本书应成为学习高级教程甚至职业生涯中很有价值的参考书。我们希望它能为你继续深入学习电子学奠定良好的基础。

最复杂的电子系统也可以分解成一系列较简单的电路,这些电路包括无源电路(电阻、电容、电感)和有源电路(包括数字和模拟器件的集成电路)。牢固掌握这些电路基础之后,理解大型系统就很容易了。电子学不是一门简单的学科,不过我们会尽力帮助大家,使其充满知识性和趣味性,为你跨入这个激动人心的领域做好就职前的必要准备。

本书有很多经过详细设计的例子。应该遵守这些例子中的解题步骤,并用相关的思考题检查自己的理解情况。通过回答复习题和选择题,检查自己对所学内容的掌握情况。每章最后提供关键术语、小结、公式、选择题、简答题、计算题以及例题中的思考题答案、复习题答案和选择题答案。如果能够回答所有简答题并完成每章最后的计算题,就表明基本掌握了所学内容。

## 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,而且因为新技术的发展突飞猛进,所以说电子行业的前景是非常美好的。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,向来是电子行业最抢手的人才。

全面理解本书所介绍的基本原理,其重要性不言而喻。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。如果你已接受过基础知识的良好培训,雇主就可以有针对性地根据你的岗位进行特殊培训。

接受过电子技术培训的人,可以胜任电子行业的许多工作。美国劳工统计局(BLS)的职业展望手册详述了一般的工作职责,详情请访问 <http://www.bls.gov/oco>。其中对两种工程技术人员的工作进行了以下描述:

- 电气和电子工程技术人员帮助设计、开发、测试和制造电气和电子设备,诸如通信设备、雷达、工业和医疗测量或控制设备、导航设备和计算机。他们可以参与产品评估和测试,运用测试和诊断设备调整、测试和修复设备。
- 广播和声音工程技术人员安装、测试、修理、设置和操作用来记录和传输广播电视节目、有线电视节目和电影的电子设备。

经过正规培训的人还可以在电子领域从事许多其他技术工作:

- 服务技术人员负责修理或调节返修的商业和消费电子设备。
- 工业制造技术人员负责在装配线上测试电子产品,或者负责那些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。

- 实验室技术人员负责测试研发实验室中的新的或修改过的电子系统。
- 现场维修技术人员到客户现场维修电子设备;这些系统包括计算机、雷达、自动银行设备和安全系统。
- 用户支持技术人员是那些在计算机或者“高技术”电子设备出毛病时首先被呼叫的人。用户支持技术人员必须熟悉产品的内外运作方式,并且能够通过电话解决产品的故障问题。

电子行业的相关工作包括技术文献书写员、技术销售人员、X光照片技术人员、汽车修理师、电缆安装员和许多其他工作。

## 求职

顺利学完电子学课程以后,下一步就是求职。在求职过程中必须考虑以下几个方面。

### 求职资源和对工作地点的考虑

首先要考虑工作地点。必须确定自己是喜欢到另一个城市或州去工作,还是更喜欢离家近一些。就经济体系和当前的就业情况来看,对工作地点可能没有太大的选择余地。重要的是找到一份工作并获得工作经验。这将有助于你日后找到更好、更称心的工作。此外,还要根据自己的个性、技能和兴趣,充分确定某份工作是否适合自己。

最好从当地或其他城市报纸上刊登的分类广告了解未来雇主。Internet 也是一个重要的求职资源。很多大雇主都有“工作热线(job-line)”,专门用来描述当前职位空缺。另一种求职方法是通过专门介绍技术工作的职业介绍所,但私人机构的收费可能较高。很多情况下,尤其是在大学层次,雇主往往会到校园进行招聘。如果你认识一位从事某技术工作的人,也可以从他那里了解到他们公司的职位空缺情况。

### 简历和申请

简历记录了你的技能、教育和工作经历。在实际面试之前,很多雇主往往要求看简历。这样一来,雇主就可以筛选掉某些申请者,从而将范围限定在最合格的少数几个人身上。因此,简历是非常重要的,不要等到找工作的时候才“临时抱佛脚”,匆匆忙忙地制作简历。

简历是向未来的雇主介绍自己的第一种方式。它有许多不同的种类,但所有简历都包含某些特殊信息。下面是一些基本指南:

- 简历内容不要超过一页,除非你有非凡的经历或教育背景。简历越短,越有可能被阅读,因此简历一般越短越好。
- 身份相关信息(姓名、地址、电话号码、电子邮件地址)应写在前面。
- 列出受教育成果,诸如毕业证书、学位、特种证书和奖学金。包括每项成果的获得时间。
- 列出已经学过的、与所申请岗位直接相关的特定课程。申请电子技术工作时,一般要列出所有的数学、自然科学和电子学课程。
- 列出以往的所有工作经历,尤其是与所求职位有关的经历。大多数人喜欢按年月日逆序组织工作经历(最近的经历摆在最前面)。写明雇主、雇佣日期和对自己工作职责的简单描述。
- 还可以包括自己认为有利的个人数据,诸如爱好和兴趣(尤其是与工作有关时)。
- 提交简历时,不要附加任何推荐信、证书或文件。但可以这样说明,“若需要,还可以

提供推荐信”。

如果未来雇主喜欢你的简历,通常会叫你前往他们的工作地点填写一份申请书。与简历一样,填写求职申请书时,保持简洁和完整非常重要。提交申请书时,通常需要有介绍人。如果你希望某人作为你的介绍人,请事先征求他的同意。通常不要选择家人。以前的雇主、教师、学校管理人员和朋友,都可以作为介绍人的理想人选。

### 求职面试

面试是获得工作最关键的步骤。简历和求职申请书也很重要,因为它们能让你获得面试的机会。虽然从书面形式的简历上看,未来雇主对你的印象不错,但亲身接触往往决定了你能否获得该职位。面试过程的两个主要步骤是准备面试和面试本身。

面试可帮助雇主选择到最合适的人。你的目标是向雇主证明你是最能胜任的。准备面试时,应参照以下指南:

- 尽量了解公司的情况。运用 Internet 或其他当地资源(诸如在该公司上班的其他人),获得该公司的有关信息。
- 练习回答面试者可能提出的一些经典问题。
- 一定要知道如何到达面试地点。如果可能,还要尽量打听到面试人的姓名。
- 衣着得体整洁。面试前一夜,确定好着装,从容准备第二天的面试。雇主将把你当作公司的未来代表,因此一定要在着装上为对方留下好印象。
- 随身携带一份简历、毕业证书和资格证书的复印件,以及自己认为雇主可能感兴趣的其他资料。
- 一定要准时。至少比预定时间提前 15 分钟到达面试地点。

面试时,应记住下列事情:

- 直呼面试者的名字,向对方表示问候,然后进行自我介绍。
- 一定要有礼貌。
- 保持良好的坐姿。
- 眼睛要看着对方。
- 不要打断面试者的话。
- 尽量坦诚地回答所有问题。即使不知道,也要如实回答。
- 准备告诉雇主为什么自己认为自己是该职位的最佳人选。
- 表现出兴趣和热情。事先准备一些问题,并把握好机会向面试者请教有关公司和职位的情况,但要避开薪水和晋升等问题。
- 面试结束时,要感谢面试者抽出宝贵的时间对你进行面试。

### 找到工作以后

工作本身就是获得工作以后的一切,是你忙着找工作、准备和面试的动力。现在要为雇主做你应做的事情,因为这项工作是有报酬的。一定要保持工作兴趣和热情,充分运用技术技能。此外,还要作为一名“团队成员”参与工作。

### 工作场所的安全问题

技术人员在工作时最重要的技能之一,是知道安全的操作实践和不安全的操作,尤其是电击和烧伤危险。雇主希望你安全地工作。开始一份全新的工作以后,一定要向雇主了解

特殊的安全问题,因为可能有与该工作相关的特殊需求。实际上,对所有雇主而言,工作场所安全都是一个重大问题。大多数雇主在最初定职和/或在职工手册上都会考虑这些安全问题。绝对不要小看“电”!在实验室中,安全操作对你自己的人身健康和其他雇员的人身健康都是很重要的。

公司必须遵守 OSHA 规定的规章制度,确保一个安全而健康的工作场所。OSHA 指美国职业安全和卫生局(Occupational Safety and Health Administration),是美国劳动部(Department of Labor)的一个分部。这方面的详细信息,可访问 OSHA 的官方网站,网址为 [www.osha.gov](http://www.osha.gov)。此外,可能还需要熟悉国家电气规程(National Electrical Code, NEC)及美国材料试验学会(American Society for Testing Materials, ASTA)发布的标准。关于 NEC 的资料,可以访问 NFPA 的官方网站 [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)。ASTA 的资料则可以访问 [www.asta.org](http://www.asta.org)。当然,所有标准的电气和电子符号,以及其他相关的领域和标准都是由 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 电气和电子工程师学会)发布的。IEEE 的官方网站为 [www.ieee.com](http://www.ieee.com)。

## 产品开发、销售和售后服务

公司的业务可能包括产品的开发、销售和售后服务。大多数电子公司都有这方面的活动。新产品推向市场要经历哪些过程,其中又涉及到哪些步骤,了解这些步骤是有用的。

- (1) 识别需求
- (2) 设计
- (3) 原型制作和评估
- (4) 生产
- (5) 销售
- (6) 售后服务

### 识别需求

在生产一种新产品之前,肯定有人(一个人或一组人)识别出某个问题或者某种需求,并表明新产品能够解决此问题或者满足此需求的一种或多种方法。公司可能对该产品感兴趣,但在投入资金和时间去开发之前,需要进行市场分析。如果分析表明该产品有一个潜在的市场,则开始设计。

### 设计

大多数电子项目可以用多种方法实现,所以要将一种新产品设计的所有思路集合在一起进行评估。通常要与各种专家一起开会,包括电子设计人员、测试工程师、制造工程师及采购和销售人员。在考虑选择某种设计时,必须重视这些专家的意见。然后从各种思路中选择一种最佳设计方案,并对完工时间达成共识。初步设计完成以后,根据成本、可靠性和可用性选择元器件。

### 原型制作和评估

产品设计完成以后,必须通过构建和测试原型,证明它可以正常工作。原型制作通常分两步完成:试生产和生产。技术员通常会建造初步设计的原型;而测试员对原型的性能进行测量和评估,并将结果报告给设计工程师。经批准并进行所有必要的修改后,技术员把这个最初的原型转变成一个生产原型。最后批准生产之前,再次进行全面的测试和评估。

### 生产

制造工程师负责生产过程,他熟悉生产一种新产品必须完成的诸多工序。制造工程师必须验证最终的设计图和结构,确定所有操作的顺序。制造工程师与采购人员一起共同决定生产成本,并且必须保证该产品满足所有必需的安全性和可靠性标准。装配工和技术人员将生产该产品,并对最初的生产模型进行测试,确保它满足设计规范。质量保证技术人员将对其后的模型进行测试,确保产品已经准备交付给客户。

### 销售

产品生产出来以后,就把它交给销售组织。再好的产品,也必须通过销售这个环节来实现价值,因此销售是产品取得成功的关键。销售涉及广告、销售和实施。技术营销既要求技术技能,又要求营销技能。

### 售后服务

产品上市之前,必须考虑到它的售后服务成本。为了保证最大的客户满意度和留住回头客(repeat business),产品可能要求售后服务。电子行业的大多数组织设有一个服务中心,修理返修的产品。售后服务的种类将取决于产品和更换部件的成本及生产过程牵涉到的自动化水平。很多产品可以用自动化测试系统进行测试,自动化测试系统可以精确地指出产品中的某个毛病。测试工程师将建立测试程序对产品进行检查,服务技术人员将改正测试时发现的问题。

## 电子技术的社会和文化影响

电子技术对我们的生活有着巨大的影响。电子技术的快速发展,对我们的社会既有正面的影响也有负面的影响,但到目前为止,正面影响超过负面影响。三个领域的技术进步对社会产生的影响最大,即计算机、通信技术和医疗技术。因为计算机技术已影响到大多数其他领域,所以这些领域都是互相联系的。

### 计算机和 Internet

在社会影响方面,计算机和 Internet 在短短几年时间内改变了我们,这表现在获取信息、与朋友和商业伙伴进行交流、了解新课题、写信和付款等方式上。在电子工作中,仪器可以与计算机相连接,通过 Internet 把数据发送到世界各地。计算机在某种程度上减少了个人接触,因为现在可以发电子邮件,不用写信或打电话。我们往往把时间花在计算机上,而不是像以前那样走亲访友,计算机实际上使我们更加孤立了。但另一方面,我们通过 Internet 几乎可以同世界上的任何地方保持联系,而且可以通过聊天室与素未谋面的人“交谈”。

### 通信技术

显然,计算机与我们通过 Internet 进行通信的方式密切相关。由于现代通信技术和信息的瞬时可得,世界已经“缩小”了。电视是对现有文化和社会价值既有正面影响又有负面影响的另一个例子。有了电视和卫星通信技术,我们可以观看世界各地发生的新闻事件。政党候选人的选举往往通过电视演讲来进行。电视传媒不仅为我们带来娱乐和启发,还可以让我们了解到不同的文化、民族和话题。遗憾的是,我们也会受到很多负面因素的影响,包括所谓的娱乐节目,其中有相当程度的暴力倾向。

近来,对通信能力有重大影响的另一个发展是移动电话。现在,无论身在何处,都可以联系任何人或者被任何人联系到。当然,这不仅方便了个人,而且也方便了做生意。虽然移

移动电话提高了我们保持联系的能力,但也使我们分心,例如在驾驶机动车辆时也不得不接听电话。

### 医疗技术

医疗技术的巨大进步,提高了很多人的生活质量,延长了很多人的寿命。新的医疗器具使健康护理专家能够诊断疾病、分析试验结果和确定最佳疗程。MRI、CATSCAN、XRAY 和超声波等图形成像技术,增强了诊断效果。电子监护装置有助于监视病人,可不断地观察他们的健康状况。在手术室使用电子工具(诸如激光和各种视频监视器),可让医生进行更复杂的外科手术过程和检查。

归功于现代医疗成果,人的寿命延长了,这对我们的社会也有影响。人的寿命越长,生产寿命也越长,从而为社会和文化生活的改进做出更多贡献。但另一方面,由于医疗进步,有时会通过昂贵的生命保障来延长人的寿命,这会为社会和经济资源造成一定的压力。

### 电子学发展简史

电子学的早期实验涉及到在真空管中通过电流。盖斯勒(Heinrich Geissler, 1814—1879)抽出一根玻璃管中的大多数空气,发现电流通过这样的玻璃管时会发出光。后来,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。爱迪生(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。汤姆逊(Joseph Thompson, 1856—1940)测量了这些粒子的性质,这些粒子后来被称为电子。

虽然无线电报通信可以追溯到 1844 年,但电子学基本上只是 20 世纪的一个概念,它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,这种真空管是弗莱明(John A. Fleming)在 1904 年做出来的,叫弗莱明阀(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 audiotron,能够放大微弱的信号。通过在真空管中增加控制元件,德弗雷斯特引发了电子学革命。人们对这种设备加以改进,实现了电话业务和无线电通信可跨大陆进行。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了!

1921 年,美国国家商务部长赫伯特·胡佛(Herbert Hoover)签发了第一张广播电台许可证。在随后的两年时间内,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,无线电通信有了很多进展,包括金属壳电子管、自动增益控制、袖珍收音机(midget radio)和定向天线。在这 10 年里,第一台电子计算机开始开发。现代计算机源于爱荷华州州立大学的约翰·安塔纳索夫(John Atanasoff)。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 ABC 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,拉塞尔(Russell)和西格德·瓦里安(Sigurd Varian)在美国发明了微波速调管。

20世纪40年代,第二次世界大战爆发。战争刺激着电子学快速发展。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应用。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1947年最重大的发明之一。发明者是沃尔特·布拉坦(Walter Brattain)、约翰·巴丁(John Bardeen)和威廉·肖克利(William Shockley),他们都因为自己的发明而获得了诺贝尔奖。1947年推出了印刷电路板(printed circuit)。直到1951年,才开始在美国宾夕法尼亚州Allentown市大规模、商业化地生产晶体管。

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,他也因此获得2000年诺贝尔奖。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深远的变化。自那以后,生产的芯片(集成电路也叫芯片)多达数十亿块。

20世纪60年代,空间战开始,刺激着集成电路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uA709,是一个非常成功的运算放大器,但它存在着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。这个运算放大器后来成为行业标准,并影响着运算放大器多年来的设计。20世纪60年代,Internet先驱们开始使用远程联网计算机。系统位于美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室(Lawrence Livermore National Laboratory),它把100多个终端连接到一个计算机系统(美其名曰“Octopus系统”,本书作者之一曾用过)。1969年,用彼此相距很远的计算机做了一个试验,UCLA和斯坦福大学的研究人员之间进行了一次交换。UCLA工作组希望连接到斯坦福大学的计算机上,首先在终端上输入单词“login”。另外,他们之间还建立了电话连接,他们之间的对话如下。

UCLA小组在电话上问道,“你们看到字母L了吗?”

“是的,我们看到L了。”

UCLA小组输入一个O。“你们看到字母O了吗?”

“是的,我们看到O了。”

UCLA小组输入一个G,这时系统崩溃了。当时的技术就这样,但是一场革命正在酝酿当中。

到1971年,有一部分人离开仙童半导体公司,成立了一个新公司,推出第一个微处理器。这个新公司就是Intel,而该产品就是4004芯片,它与Eniac计算机的处理能力相同。同年晚些时候,Intel发布了第一个8位处理器。1975年,Atair公司推出了第一台个人计算机,《大众科学》杂志1975年1月号对它进行了封面特别报道。20世纪70年代袖珍计算器问世,光集成电路(optical integrated circuit)也有了新的发展。

到20世纪80年代,一半以上的美国家庭都用上了有线电视网,摒弃了电视天线。在整个20世纪80年代,电子元件的可靠性、速度和小型化进一步发展,包括PC板的自动测试和



校准。计算机成为仪器的一部分,虚拟仪器陆续问世。计算机成为工作台的标准工具。

20世纪90年代,Internet得到了广泛的应用。1993年只有130个网站,但到新世纪之初(2001年),全世界的网站已超过24 000 000个。20世纪90年代,各公司争先恐后地建立了主页。早期的无线电广播,基本上是与Internet并行发展的。信息交换和电子商务刺激了20世纪90年代的经济大增长。Internet对科学家和工程师尤为重要,是当今最重要的科学交流工具之一。

1995年,联邦通信委员会(FCC)为一种称为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。随着20世纪的落幕,历史学家或许能够稍稍松口气。正如有人指出,“我完全赞同新技术,但希望它们能让老技术得以充分利用。”

2001年1月1日,21世纪的钟声敲响了(但大多数人在前一年便庆祝了新世纪的到来,即所谓的“Y2K”)。总的趋势仍然是Internet快速增长。此后没多久,科学家开始规划一种全新的超级计算机系统,使我们能够在一个计算机网络上访问巨量信息。这种全新的国际数据网格将是一种超越于万维网的资源,使人们能够访问海量的信息和资源,在一台超级计算机上进行仿真。21世纪的研究趋势仍然是运用新技术实现更快、更小的电路路线。一个极有前途的研究领域是碳纳米管(carbon nanotube),研究人员发现它的某些结构具有半导体的性质。

## 致谢

本书是很多人的工作成果和智慧的结晶。对于教师,我们认为您会发现本书会成为您教学生电子学各领域基础知识的宝贵工具。

为了这本书,Prentice Hall出版社的很多员工付出了大量的时间、智慧和精力,使本书顺利通过了很多阶段,他们是(但不限于):Rex Davidson, Kate Linsner和Dennis Williams。感谢Lois Porter,她又一次编辑了我们的手稿。她的工作很出色,感谢她对细节的无微不至的关注。还有Jane Lopez,她出色地完成了本书中的插图。尤巴学院的Doug Joksch也对本书的出版做出了重大贡献,他制作了本书配套网站上所有的Multisim电路文件,并且帮助我们对书中的基本题和进阶题进行了演算。我们要感谢直接参与本项目的所有人。

根据许多评审员的专家评论,我们创作了这几部成功的教材。许多评审员提出了许多宝贵的建议和大量建设性的批评意见,我们希望向他们表示衷心的感谢,他们是:阿尔伯克基职业技术学院的Bruce Bush;布鲁姆社区学院的Gary DiGiacomo;里奇兰学院的Brent Donham;南普莱恩斯学院的J. D. Harrell;Ivy科技大学的Benjamin Jun;洛格社区学院的David McKeen;西南田纳西社区大学的Jerry Newman;阿马里洛学院的Philip W. Pursley;伊利理工学院的Robert E. Magoon;莱恩社区大学的Date Schaper以及艾尔弗雷德州立大学的Arlyn L. Smith。

David M. Buchla

Thomas L. Floyd