

国外电子与通信教材系列

电子通信系统 (第四版)

Electronic Communications Systems
Fundamentals Through Advanced
Fourth Edition

[美] Wayne Tomasi 著
王曼珠 许萍 曾萍 等译
薛荣华 审校

Prentice
Hall



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
www.phei.com.cn

国外电子与通信教材系列

电子通信系统

(第四版)

Electronic Communications Systems
Fundamentals Through Advanced
Fourth Edition

[美] Wayne Tomasi 著

王曼珠 许萍 曾萍 等译

薛荣华 审校

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是美国大学本科的专业教材,系统地讲述了电子通信领域的全面内容,从常规模拟电子通信系统的基本概念到更现代的数字、光纤、微波、卫星及蜂窝和PCS电话通信系统。全书共有20章,包括电子通信概论、信号产生、调幅发送和调幅接收、单边带通信系统、角度调制的发送和接收、传输线、电波传播、天线和波导、光纤通信、数字通信、数据通信、数据通信协议和网络配置、数字传输、多路复用、微波无线电通信和系统增益、卫星通信、卫星多址接入、移动电话业务。涉及通信原理、通信电路、电波天线、数字和数据通信、通信系统等多门课程的内容。其先导课程为微积分基础和电子电路。书中有许多例题,用以强化最基本的概念,此外还有大量的问题和习题供读者复习和练习。

本书可作为通信工程专业的电子通信系统课程的教材,也可用作相关课程的补充教材或有关科技人员的自学参考书。

Simplified Chinese edition Copyright © 2002 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Electronic Communications Systems: Fundamentals Through Advanced, Fourth Edition by Wayne Tomasi. Copyright © 2001. 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:01-2001-5090

图书在版编目(CIP)数据

电子通信系统(第四版)/(美)托马斯(Tomasi, W.)著;王曼珠等译. -北京:电子工业出版社, 2002.8
(国外电子与通信教材系列)

书名原文: Electronic Communications Systems: Fundamentals Through Advanced, Fourth Edition
ISBN 7-5053-7629-2

I. 电... II. ①托... ②王... III. 通信系统-教材 IV. TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第059620号

责任编辑:赵宏英

印刷者:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

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:57.25 字数:1466千字

版 次:2002年8月第1版 2002年8月第1次印刷

定 价:79.00元

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

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,除了依靠高校的老师 and 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

6/100

译者序

本书是美国大学本科的专业教材，系统地讲述了电子通信领域的全部内容，从常规模拟电子通信系统的基本概念到更现代的数字、光纤、微波、卫星及蜂窝和PCS电话通信系统。全书共有20章，包括电子通信概论、信号产生、调幅发送和调幅接收、单边带通信系统、角度调制的发送和接收、传输线、电波传播、天线和波导、光纤通信、数字通信、数据通信、数据通信协议和网络配置、数字传输、多路复用、微波无线电通信和系统增益、卫星通信、卫星多址接入、移动电话业务。内容涵盖通信原理、通信电路、电波天线、数字和数据通信、通信系统等多门课程的内容。书中每章都有许多例题强化最基本的概念并有大量的问题和习题供读者复习和练习。本书可作为通信工程专业的电子通信系统课程的教材，也可用做相关课程的补充教材。

本书由北京电子科技学院通信工程系王曼珠（前言、第1章、第9章~第11章、第13章~第14章、第17章~第19章及附录）、许萍（第2章~第7章）、曾萍（第8章、第12章、第15章、第16章、第20章）等翻译，由薛荣华负责审校和统稿。翻译过程中发现原书中有一些错误之处，已通过与原作者联系加以修订，书中不再一一注明。参加本书录校工作并给予大力协助的还有张弘、崔红跃、张哲民、王德元、刘欣、牡丹思、朱圆圆、袁睿、李何伟、邵博闻、姚栋、程代伟、刘凤武、许莉、李士强、邢科家、闫慧娟、曹汉征、许秀英、王泰东、李可、郭森、矫克民、薛姗、阎光泽、蔡红志、刘东顺、王建成、薛亮、沈兰英、阮琼芳等同志，译者谨向所有为本书的出版提供帮助的同志表示由衷的谢意。由于译者水平有限，译文中难免有不妥之处，欢迎读者批评指正。

前 言

本书的目的是向读者介绍常规的模拟电子通信系统的基本概念,并将读者的知识扩展到更现代的数字、光纤、微波、卫星及蜂窝和PCS电话通信系统。本书写作时认为读者已具备基本电子学原理的知识和微积分基本概念的数学基础,对理解书中陈述的课题不会感到困难。文中有许多例题用于强化最基本的概念,每章最后包含问题和习题,书的末尾提供部分习题的答案。

本书提供了现代电子通信领域的全面介绍。这一版的最重大改动主要是涉及数字通信系统的章节,如第12章、第15章、第16章、第18章和第19章。另外,第20章是全新的,专门讨论蜂窝和PCS电话系统。并入这一版的新课题和增强的内容安排如下:

第1章 这一章的概论和几节(包括调制和解调)已改写过,修改了几幅图。此外还添加了几幅图并增加了关于脉冲噪声和干扰的几节。

第2章 除了对几幅图做了少量修改,这一章基本上与上一版相同。

第3章 除了添加了几节关于复杂非正弦信号产生的AM包络、正交幅度调制的新内容并对几幅图做了少量修改,这一章基本上与上一版相同。

第4章 引言和带宽改进一节已改写过,并修改了几幅图。此外,添加了关于脉冲限幅器和抑制器及补充信噪比测量的新小节。

第5章 添加了关于单边带抑制载波、频分复用、双边带抑制载波及正交复用几个新节。

第6章 改写了引言及几节,包括偏移灵敏度、调制指数、频率偏移、频率和相位调制器、频率上变换及角度调制的优缺点,并增加了例子。另外修改了几幅图并添加了几幅新图。

第7章 改写了FM接收机、FM解调器及FM捕获效应等几节并修改了几幅图。关于蜂窝电话一节已从这章移到第20章了。

第8章 除了添加了微带和带状线一节外,这一章基本上与前一版相同。

第9章 除了几处小的修改,这一章基本上与前一版相同。

第10章 改写了引言和几节,包括天线互易性、有效全向辐射功率、捕获的功率密度、有效面积及捕获功率以及天线波束宽度等,并修改了几幅图。

第11章 光纤通信已从第20章移到这里。本章中的引言及几节已改写过并新添了几节,包括光源、光功率和链路预算。

第12章 改写了关于数字幅度调制、频移键控、连续相位频移键控和M元编码等节新并添加了格状编码一节。

第13章 除了添加了新的一节CCITT调制解调器建议外,这一章基本上与前一版相同。

第14章 这一章基本上与前一版相同。

第15章 改写了引言及数字传输优缺点及脉码调制两节,并新添了PCM线路速度一节。另外修改了几幅图。

第16章 改写了引言及时分多路复用和T1数字载波系统几节,新添加了扩展的超帧格式及波分复用等节。

第17章 本章的引言及部分小节已改写，包括微波通信的优缺点、分集、保护开关、衰落、自由空间路径损耗及衰落储备。

第18章 本章的引言及几节改写过，包括历史、卫星轨道、卫星仰角类别、卫星轨道模式、同步卫星及天线视角。这个版本新增加的是开普勒定律、克拉克轨道和可见度限制几节。

第19章 本章的引言和其他几节做了少量修改。重大的改动和添加在卫星无线电导航及Navstar GPS一节。

第20章 前一版本第7章中的几节已经改写并结合了几个新的小节，对移动电话系统提供一个综合性的介绍，包括模拟和数字蜂窝电话（AMPS）、CDMA个人通信系统（PCS）及铱星个人通信卫星系统（PCSS）。

附录A基本上与前一版相同。

国外电子与通信教材系列

| 类别 | 中文书名 | 英文书名 | 作者 | 译者 | 版别 |
|---------|--|---|-----------------------|-----|-------------|
| 电路理论与应用 | 电路(第六版) | Electric Circuits, 6e | James W. Nilsson | 路而红 | 中文版 |
| | 工程电路分析(第六版) | Engineering Circuit Analysis, 6e | William H. Hayt, Jr. | 王大鹏 | 中文版 英文原版 |
| | 射频电路设计——理论与应用 | RF Circuit Design: Theory and Applications | Reinhold Ludwig | 王子宇 | 中文版 |
| | 电子学原理 | Electronic Concepts: An Introduction | Jerrold H. Krenz | 马爱文 | 中文版 |
| | 数字电路简明教程 | Digital Electronics: A Simplified Approach | Robert D. Thompson | 高鹏 | 中文版 |
| | 逻辑电路设计基础 | Introduction to Logic Design | Alan B. Marcovitz | 殷洪玺 | 中文版 |
| 信号与系统 | 信号与系统(第二版) | Signals and Systems, 2e | Alan V. Oppenheim | | 英文原版 |
| | 应用Web和MATLAB的信号与系统基础(第二版) | Fundamentals of Signals and Systems Using the Web and MATLAB, 2e | Edward W. Kamen | 高强 | 中文版 |
| | 统计与自适应信号处理 | Statistical and Adaptive Signal Processing | Dimitris G. Manolakis | 周正 | 中文版 |
| | 自适应滤波器原理(第四版) | Adaptive Filter Theory, 4e | Simon Haykin | 郑宝玉 | 中文版 英文原版 |
| 数字信号处理 | 数字图像处理(第二版) | Digital Image Processing, 2e | Rafael C. Gonzalez | 阮秋琦 | 中文版 英文原版 |
| | 数字信号处理基础 | Fundamentals of Digital Signal Processing | Joyce Van de Vegte | 侯正信 | 中文版 |
| | 数字通信——基础与应用(第二版) | Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2e | Bernard Sklar | 沈连丰 | 中文版 英文原版 |
| | 实时信号处理——信号处理系统的设计与实现 | Real-Time Signal Processing: Design and Implementation of Signal Processing Systems | John G. Ackenhusen | 彭启琮 | 中文版 |
| | 小波与傅里叶分析基础 | A First Course in Wavelets with Fourier Analysis | Albert Boggress | | 英文原版 |
| | 信号处理滤波器设计——基于MATLAB和Mathematica的设计方法 | Filter Design for Signal Processing Using MATLAB and Mathematica | Miroslav D. Lutovac | | 英文原版 |
| | LabVIEW 6i 实用教程 | LabVIEW 6i Student Edition | Robert H. Bishop | 朱世华 | 中文版 |
| | VHDL 数字系统设计 | Digital System Design with VHDL | Mark Zwolinski | | 英文原版 |
| | MATLAB 原理与工程应用 | An Engineer's Guide to MATLAB | Edward B. Magrab | 高会生 | 中文版 |
| 微电子 | CMOS 射频集成电路设计 | The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits | Thomas H. Lee | | 英文原版 |
| | 专用集成电路 | Application-Specific Integrated Circuits | Michael J. S. Smith | 章倩苓 | 中文版 英文原版 |
| 通信系统 | 通信系统(第四版) | Communication Systems, 4e | Simon Haykin | 沈连丰 | 中文版 英文原版 |
| | 通信系统工程(第二版) | Communication Systems Engineering, 2e | John G. Proakis | 沈连丰 | 中文版 英文原版 |
| | 电子通信系统(第四版) | Electronic Communications Systems: Fundamentals through Advanced, 4e | Wayne Tomasi | 薛荣华 | 中文版 英文原版 |
| | 数字与模拟通信系统(第六版) | Digital and Analog Communication Systems, 6e | Leon W. Couch, II | 罗新民 | 中文版 英文原版 |
| | 光纤通信(第三版) | Optical Fiber Communications, 3e | Gerd Keiser | 李玉权 | 中文版 |
| | CDMA 蜂窝移动通信与网络安全 | CDMA Cellular Mobile Communications and Network Security | Man Young Rhee | 袁超伟 | 中文版 |
| | 无线通信——原理与实践(第二版) | Wireless Communications: Principles and Practice, 2e | Theodore S. Rappaport | | 英文原版 |
| | 宽带无线数字通信 | Wideband Wireless Digital Communications | Andreas Molisch | 姚彦 | 中文版 英文原版 |
| | 第三代移动通信系统原理与工程设计——IS-95 CDMA 和 cdma 2000 | IS-95 CDMA and cdma2000: Cellular/PCS Systems Implementation | Vijay K. Garg | | 英文原版 |
| | 视频处理与通信 | Video Processing and Communications | Yao Wang | 侯正信 | 中文版 |
| 电磁场与微波 | 天线(第三版) | Antennas: For All Applications, 3e | John D. Kraus | 章文勋 | 中文版 |
| | 射频与微波电子学 | Radio Frequency and Microwave Electronics Illustrated | Mathew M. Radmanesh | | 英文原版 |
| | 现代无线通信系统电波传播 | Radio Propagation for Modern Wireless Systems | Henry L. Bertoni | 徐承和 | 中文版 英文原版 |

国外计算机科学教材系列

网络与通信

- ◆ 用 TCP/IP 进行网际互联第一卷：原理、协议与结构（第四版） Douglas E. Comer
- ◆ 用 TCP/IP 进行网际互联第二卷：设计、实现与内核（第三版） Douglas E. Comer
- ◆ 用 TCP/IP 进行网际互联第三卷：客户-服务器编程与应用（Linux/POSIX 套接字版） Douglas E. Comer
- ◆ 计算机网络与互联网 Douglas E. Comer
- ◆ 数据与计算机通信（第六版） William Stallings
- ◆ 局域网与城域网（第六版） William Stallings
- ★ 高速网络与 Internet——性能与服务质量（第二版） William Stallings
- ◆ 因特网高级技术 Ulyess Black
- ◆ 通信系统与网络（第二版） Ray Horak

操作系统

- ◆ 操作系统——内核与设计原理（第四版） William Stallings
- ◆ 操作系统：设计与实现（第二版）（上册/下册） Andrew Tanenbaum
- ◆ UNIX 初级教程（第三版） Amir Afzal
- ◆ UNIX 系统进程间通信 John Shapley Gray
- ★ UNIX 系统编程（第二版） Keith Haviland

计算机组织与结构

- ◆ 计算机组织与结构——性能设计（第五版） William Stallings
- ◆ Intel 微处理器全系列：结构、编程与接口（第五版） Barry B. Brey
- ◆ 高性能集群计算：结构与系统（第一卷） Rajkumar Buyya
- ◆ 高性能集群计算：编程与应用（第二卷） Rajkumar Buyya

编程语言

- ◆ C++ 大学教程（第二版） Deitel
- ★ Java 大学教程 Deitel
- ★ 高级 Java 2 大学教程 Deitel
- ★ Visual Basic 6 大学教程 Deitel
- ◆ 程序设计语言：设计与实现（第四版） Terrence W. Pratt
- ★ Java 与 Corba 客户服务器编程 Robert Orfali

数据库与信息处理

- ◆ 数据库处理——基础、设计与实现（第七版） David M. Kroenke
- ◆ 数字图书馆概论 Clifford Arms

软件工程

- ◆ 能力成熟度模型（CMM）：软件过程改进指南 Carnegie Mellon University
- ★ CMM 实践应用：Infosys 公司的软件项目执行过程 Pankaj Jalote
- ◆ 净室软件工程：技术与过程 Stacy J. Prowell
- ★ 软件需求 Soren Lalleesen

算法与数据结构

- ★ 数据结构与算法分析（C++ 版）（第二版） Clifford A. Shaffer
- ◆ 数据结构与算法分析（Java 版） Clifford A. Shaffer
- ★ 数值方法（MATLAB 版）（第三版） John H. Mathews
- ★ 科学计算引论——基于 MATLAB 的数值分析（第二版） Shoichiro Nakamura
- ★ 数据压缩原理与应用 Salomon Lauesen

图形图像与多媒体

- ★ 计算机图形学（第二版） Donald Hearn
- ★ 数字图像处理 Kenneth R. Castleman

计算机安全

- ◆ 密码编码学与网络安全：原理与实践（第二版） William Stallings
- ★ 密码编码学——加密方法的 C 与 C++ 实现 Michael Welschenbach

英文原版

- ★ Java How to Program, 4e Deitel
- ★ Local and Metropolitan Area Networks, 6e William Stallings
- ★ Logic and Computer Design Fundamentals, 2e Updated M. Morris Mano
- ★ A Practical Introduction to Data Structures and Algorithm Analysis, 2e(C++ Edition) Clifford A. Shaffer
- ★ A Practical Introduction to Data Structures and Algorithm Analysis, (Java Edition) Clifford A. Shaffer
- ★ Programming with Visual Basic 6.0 Enhanced Edition Diane Zak
- ★ Numerical Methods Using Matlab, 3e John H. Mathews
- ★ New Perspectives: Computer Concepts, 5e (Introductory Edition) June Jamrich Parsons

目 录

| | |
|---------------------------|-----|
| 第 1 章 电子通信概论 | 1 |
| 1.1 引言 | 1 |
| 1.2 电子通信系统 | 1 |
| 1.3 调制和解调 | 2 |
| 1.4 电磁频谱 | 3 |
| 1.5 带宽和信息容量 | 7 |
| 1.6 传输方式 | 9 |
| 1.7 电路安排 | 9 |
| 1.8 信号分析 | 12 |
| 1.9 混合 | 26 |
| 1.10 噪声分析 | 32 |
| 1.11 问题 | 46 |
| 1.12 习题 | 47 |
| 第 2 章 信号的产生 | 51 |
| 2.1 引言 | 51 |
| 2.2 振荡器 | 51 |
| 2.3 大规模集成振荡器 | 66 |
| 2.4 锁相环 | 70 |
| 2.5 频率合成器 | 87 |
| 2.6 问题 | 92 |
| 2.7 习题 | 94 |
| 第 3 章 调幅传输 | 98 |
| 3.1 引言 | 98 |
| 3.2 调幅的工作原理 | 98 |
| 3.3 AM 调制器电路 | 114 |
| 3.4 AM 发射机 | 124 |
| 3.5 正交调幅 | 130 |
| 3.6 问题 | 132 |
| 3.7 习题 | 133 |
| 第 4 章 调幅的接收 | 137 |
| 4.1 引言 | 137 |
| 4.2 接收机参数 | 137 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 4.3 | AM 接收机 | 141 |
| 4.4 | AM 接收机电路 | 152 |
| 4.5 | 二次变频的 AM 接收机 | 173 |
| 4.6 | 接收机的净增益 | 175 |
| 4.7 | 问题 | 176 |
| 4.8 | 习题 | 177 |
| 第 5 章 | 单边带通信系统 | 179 |
| 5.1 | 引言 | 179 |
| 5.2 | 单边带系统 | 179 |
| 5.3 | 对抑制载波 AM 的数学分析 | 185 |
| 5.4 | 单边带发生器 | 186 |
| 5.5 | 单边带发射机 | 192 |
| 5.6 | 单边带接收机 | 202 |
| 5.7 | 振幅压扩单边带 | 206 |
| 5.8 | 抑制载波的单边带和频分复用 | 206 |
| 5.9 | 抑制载波的双边带和正交复用 | 208 |
| 5.10 | 单边带的测量 | 209 |
| 5.11 | 问题 | 211 |
| 5.12 | 习题 | 211 |
| 第 6 章 | 角度调制的发送 | 215 |
| 6.1 | 引言 | 215 |
| 6.2 | 角度调制 | 215 |
| 6.3 | FM 商用广播 | 230 |
| 6.4 | 调角波的相量表示 | 231 |
| 6.5 | 调角波的平均功率 | 232 |
| 6.6 | 噪声和角度调制 | 234 |
| 6.7 | 预加重和去加重 | 236 |
| 6.8 | 频率和相位调制器 | 238 |
| 6.9 | 上变频 | 244 |
| 6.10 | 直接 FM 发射机 | 247 |
| 6.11 | 间接 FM 发射机 | 251 |
| 6.12 | 角度调制和振幅调制的比较 | 255 |
| 6.13 | 问题 | 256 |
| 6.14 | 习题 | 257 |
| 第 7 章 | 角度调制接收机, FM 立体声和双向 FM 无线电 | 260 |
| 7.1 | 引言 | 260 |
| 7.2 | FM 接收机 | 260 |

| | | |
|--------------|---------------------|------------|
| 7.3 | FM 解调器 | 262 |
| 7.4 | 锁相环 FM 解调器 | 267 |
| 7.5 | 正交 FM 解调器 | 268 |
| 7.6 | FM 噪声抑制 | 269 |
| 7.7 | 调频与调相 | 273 |
| 7.8 | 线性集成电路 FM 接收机 | 273 |
| 7.9 | FM 立体声广播 | 278 |
| 7.10 | 双向 FM 无线通信 | 286 |
| 7.11 | 问题 | 291 |
| 7.12 | 习题 | 291 |
| 第 8 章 | 传输线 | 293 |
| 8.1 | 引言 | 293 |
| 8.2 | 横向电磁波 | 293 |
| 8.3 | 传输线类型 | 295 |
| 8.4 | 传输线等效电路 | 299 |
| 8.5 | 传输线的波传输 | 304 |
| 8.6 | 传输损耗 | 307 |
| 8.7 | 入射波和反射波 | 309 |
| 8.8 | 驻波 | 310 |
| 8.9 | 传输线输入阻抗 | 315 |
| 8.10 | 时域反射 | 322 |
| 8.11 | 微带和带状传输线 | 324 |
| 8.12 | 问题 | 326 |
| 8.13 | 习题 | 327 |
| 第 9 章 | 电磁波传播 | 329 |
| 9.1 | 引言 | 329 |
| 9.2 | 电磁波的极化 | 329 |
| 9.3 | 射线和波阵面 | 330 |
| 9.4 | 电磁辐射 | 330 |
| 9.5 | 球面波和倒数平方定律 | 331 |
| 9.6 | 波的衰减和吸收 | 334 |
| 9.7 | 无线电波的光学传播方式 | 335 |
| 9.8 | 电磁波的传播方式 | 341 |
| 9.9 | 传播术语和定义 | 346 |
| 9.10 | 自由空间路径损耗 | 349 |
| 9.11 | 衰落储备 | 350 |
| 9.12 | 问题 | 351 |
| 9.13 | 习题 | 351 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 第 10 章 天线与波导 | 353 |
| 10.1 引言 | 353 |
| 10.2 简单天线形式 | 353 |
| 10.3 天线的互易性 | 354 |
| 10.4 天线术语及定义 | 355 |
| 10.5 基本天线 | 366 |
| 10.6 天线负载 | 372 |
| 10.7 天线阵 | 373 |
| 10.8 特殊用途天线 | 376 |
| 10.9 UHF 和微波天线 | 383 |
| 10.10 波导 | 393 |
| 10.11 其他类型的波导 | 401 |
| 10.12 问题 | 402 |
| 10.13 习题 | 403 |
| 第 11 章 光纤通信 | 406 |
| 11.1 引言 | 406 |
| 11.2 光纤的历史 | 406 |
| 11.3 光导纤维与金属电缆设施的比较 | 407 |
| 11.4 电磁波频谱 | 408 |
| 11.5 光纤通信系统 | 410 |
| 11.6 光纤 | 410 |
| 11.7 光的传播 | 412 |
| 11.8 光在光纤中的传播 | 417 |
| 11.9 光纤结构 | 418 |
| 11.10 接受角和接受光锥 | 421 |
| 11.11 光纤的损耗 | 425 |
| 11.12 光源 | 433 |
| 11.13 发光器 | 435 |
| 11.14 光电检测器 | 440 |
| 11.15 激光 | 443 |
| 11.16 光纤系统链路设计 | 444 |
| 11.17 问题 | 447 |
| 11.18 习题 | 447 |
| 第 12 章 数字通信 | 449 |
| 12.1 引言 | 449 |
| 12.2 数字通信 | 449 |
| 12.3 信息容量的香农极限 | 450 |
| 12.4 数字无线电 | 451 |
| 12.5 数字放大调制 | 452 |

| | | |
|---------------|--------------------------|------------|
| 12.6 | 频移键控 | 453 |
| 12.7 | 相移键控 | 460 |
| 12.8 | 正交幅度调制 | 479 |
| 12.9 | 带宽效率 | 486 |
| 12.10 | 载波恢复 | 487 |
| 12.11 | 差分相移键控 | 489 |
| 12.12 | 时钟恢复 | 491 |
| 12.13 | 错误概率和误比特率 | 491 |
| 12.14 | 格状编码 | 500 |
| 12.15 | 问题 | 504 |
| 12.16 | 习题 | 504 |
| 第 13 章 | 数据通信 | 507 |
| 13.1 | 引言 | 507 |
| 13.2 | 数据通信的历史 | 507 |
| 13.3 | 数据通信的标准组织 | 508 |
| 13.4 | 数据通信电路 | 508 |
| 13.5 | 数据通信代码 | 512 |
| 13.6 | 差错控制 | 517 |
| 13.7 | 同步 | 524 |
| 13.8 | 数据通信硬件 | 526 |
| 13.9 | 串行接口 | 533 |
| 13.10 | 并行接口 | 539 |
| 13.11 | 电话网络 | 546 |
| 13.12 | 电话电路 | 551 |
| 13.13 | 数据调制解调器 | 567 |
| 13.14 | 问题 | 578 |
| 13.15 | 习题 | 581 |
| 第 14 章 | 数据通信协议与网络配置 | 583 |
| 14.1 | 引言 | 583 |
| 14.2 | 开放系统互联 | 583 |
| 14.3 | 数据传输方式 | 585 |
| 14.4 | 异步协议 | 585 |
| 14.5 | 同步协议 | 587 |
| 14.6 | 公用数据网络 | 602 |
| 14.7 | 综合业务数字网 | 612 |
| 14.8 | 局域网 | 620 |
| 14.9 | 令牌环网 | 625 |
| 14.10 | 以太网 | 628 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 14.11 光纤分布式数据接口 | 633 |
| 14.12 问题 | 636 |
| 14.13 习题 | 638 |
| 第 15 章 数字传输 | 640 |
| 15.1 引言 | 640 |
| 15.2 脉冲调制 | 641 |
| 15.3 脉冲编码调制 | 641 |
| 15.4 增量调制 PCM | 667 |
| 15.5 自适应增量调制 PCM | 669 |
| 15.6 差分脉冲编码调制 | 669 |
| 15.7 脉冲传输 | 670 |
| 15.8 二进制数字信号的功率 | 674 |
| 15.9 问题 | 675 |
| 15.10 习题 | 676 |
| 第 16 章 多路复用 | 679 |
| 16.1 引言 | 679 |
| 16.2 时分复用 | 679 |
| 16.3 T1 数字载波系统 | 680 |
| 16.4 CCITT 时分复用载波系统 | 687 |
| 16.5 编解码器 | 688 |
| 16.6 COMBO 芯片组 | 688 |
| 16.7 北美数字层次结构 | 697 |
| 16.8 数据张端 | 700 |
| 16.9 T- 载波 | 705 |
| 16.10 帧同步 | 708 |
| 16.11 位交织和字交织 | 709 |
| 16.12 统计时分复用技术 | 710 |
| 16.13 频分复用技术 | 711 |
| 16.14 AT&T 的 FDM 层次 | 712 |
| 16.15 复合基带信号 | 714 |
| 16.16 主群格式 | 716 |
| 16.17 波分复用技术 | 720 |
| 16.18 问题 | 724 |
| 16.19 习题 | 725 |
| 第 17 章 微波通信和系统增益 | 727 |
| 17.1 引言 | 727 |
| 17.2 微波通信系统的优点 | 728 |
| 17.3 模拟微波与数字微波 | 728 |

| | | |
|---------------|-----------------------|------------|
| 17.4 | 频率调制与幅度调制 | 728 |
| 17.5 | 调频微波系统 | 729 |
| 17.6 | 调频微波中继 | 730 |
| 17.7 | 分集 | 733 |
| 17.8 | 保护切换 | 736 |
| 17.9 | FM 微波站 | 738 |
| 17.10 | 通道特性 | 744 |
| 17.11 | 系统增益 | 745 |
| 17.12 | 问题 | 754 |
| 17.13 | 习题 | 754 |
| 第 18 章 | 卫星通信 | 757 |
| 18.1 | 引言 | 757 |
| 18.2 | 卫星发展简史 | 757 |
| 18.3 | 开普勒定律 | 759 |
| 18.4 | 轨道模式 | 760 |
| 18.5 | 静止卫星 | 765 |
| 18.6 | 天线覆盖角 | 768 |
| 18.7 | 卫星分类, 轨道空间和频率分配 | 773 |
| 18.8 | 卫星天线方向图: 覆盖面 | 775 |
| 18.9 | 卫星系统链路模型 | 777 |
| 18.10 | 卫星通信系统参数 | 780 |
| 18.11 | 卫星通信系统链路方程 | 790 |
| 18.12 | 链路方程 | 790 |
| 18.13 | 链路计划 | 791 |
| 18.14 | 问题 | 797 |
| 18.15 | 习题 | 798 |
| 第 19 章 | 卫星多址通信 | 801 |
| 19.1 | 引言 | 801 |
| 19.2 | FDM/FM 卫星系统 | 801 |
| 19.3 | 多址联接 | 803 |
| 19.4 | 信道容量 | 814 |
| 19.5 | 卫星导航 | 815 |
| 19.6 | 问题 | 826 |
| 19.7 | 习题 | 826 |
| 第 20 章 | 移动电话业务 | 828 |
| 20.1 | 引言 | 828 |
| 20.2 | 移动电话的发展 | 829 |
| 20.3 | 双向移动通信业务 | 829 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 20.4 蜂窝电话 | 830 |
| 20.5 模拟蜂窝电话 | 840 |
| 20.6 数字蜂窝电话 | 846 |
| 20.7 码分多址数字蜂窝电话系统 (IS-95) | 854 |
| 20.8 全球移动通信系统 | 858 |
| 20.9 个人通信卫星系统 | 860 |
| 20.10 问题 | 864 |
| 20.11 习题 | 866 |
| 附录 A 史密斯圆图 | 867 |
| 部分习题答案 | 886 |