



国外经典教材·电子信息

PEARSON
Prentice
Hall

Modern Electronic Communication, 9e

现代电子通信 (第9版)

Jeffrey S. Beasley 著
Gary M. Miller

吴利民 王振华 秦江敏 等编译



清华大学出版社

国外经典教材·电子信息

现代电子通信

(第9版)

清华大学出版社

北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2009 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

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

Original English language title: Modern Electronic Communication, 9e by Jeffrey S. Beasley, Gary M. Miller, Copyright © 2009

EISBN: 0-13-225113-2

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 Macao).

本书中文简体翻译版由 Pearson Education(培生教育出版集团)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 01-2009-2547 号

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代电子通信(第9版)/(美)比斯利(Beasley, J. S.), (美)米勒(Miller, G. M.)著; 吴利民等编译. —北京: 清华大学出版社, 2009. 11

书名原文: Modern Electronic Communication, 9e
(国外经典教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-20726-9

I. 现… II. ①比… ②米… ③吴… III. 通信技术—教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 141322 号

责任编辑: 龙啟铭

责任校对: 徐俊伟

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

邮 购: 010-62786544

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 42

字 数: 1018 千字

版 次: 2009 年 11 月第 1 版

印 次: 2009 年 11 月第 1 次印刷

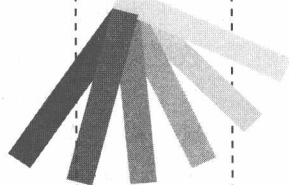
印 数: 1~3000

定 价: 89.00 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: 027029-01

译者序

PREFACE



令人诧异的是，现代电子通信技术的发展如此日新月异，以至于它总是与现代计算机技术结伴同行，推动着全球信息化的浪潮，为促进人类社会文明的发展以及改善人们的现代生活作出了无与伦比的贡献。毫无疑问，随着国民经济与信息产业的快速发展，对现代电子通信专业人才的需求将日益迫切，今后也将会有更多的人加入到现代通信产业中。因此，对那些将要从事电子通信系统与工程技术的人员，不仅要注重学习现代电子通信的基本理论，同时还应具备相应的工程知识与系统实践能力。欲达此目的，在现行众多的电子通信教科书类中拣出《现代电子通信》来作深入的学习，的确不失为是一种较好的选择。

值得一提的是，《现代电子通信》原文版自1978年第1版面世以来，它一直被公认是一本经典的电子通信工程类的教科书。然而，该书作者却始终孜孜不倦地奉行及时跟踪当代最新通信技术发展的重要理念，不断地对其内容进行更新与扩充。如今，31个冬去春来，在《现代电子通信》原文第8版墨汁未干之际，我们又迎来了该书第9版的问世。当我们翻开《现代电子通信》第9版时，确能感受到当今电子信息时代通信新技术的阵阵春风扑面而来。它较第8版更新与扩充之处是，对移动通信的扩展探讨，无线安全问题，现代数字信号处理技术的探讨。它还介绍了具有Mini-Circuits[®]模块的高频通信技术，高清晰度无线电，射频频率识别，Wi-Max技术，更新的Bluetooth技术，更新的光纤通信技术与更新的卫星通信技术以及数字电视信号的监控等技术。纵观国内现行的电子通信教科书，大多在内容上只停留在对传统通信理论的叙述与深究，大都忽视了对实际通信系统的探讨与工程分析，更没能及时、全面地反映跟踪现代通信领域内的最新技术。因此，清华大学出版社及时跟踪引进国外这类优秀教材也的确为一种明智之举，意义深远。

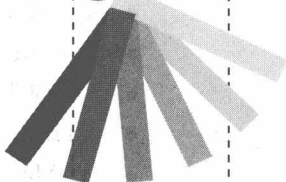
本书主要特色是在深刻阐述电子通信的重要概念与基本理论的基础上注重对实际通信系统装置与电路波形的举例分析，并在每章末附有Electronics WorkbenchTM Multisim 仿真工具应用实例，为实际通信系统中常见故障的分析与排除提供了较好的理论基础，实现了理论与实际的有机结合。由于该书由浅入深、概念清晰的叙述，并贯穿了帮助学生理解与掌握现代电子通信系统及技术的教学理念，既严谨又易懂。因此本书可用作电子通信类不同层次学习的教科书与从事通信工程的技术人员的参考书。

鉴于国内教学的实际情况与要求,在编译过程中,我们在保留该书最新技术亮点的前提下对该书章节内容作了一定的压缩与调整,如删去了原版中的第12章传输线、第14章天线与第15章波导与雷达;对第17章电视只保留了有关数字电视的前三节内容。经编译后,本书仍贯穿了原版这三方面的主要经络,即现代电子通信传输的基本制式(含第1章~第6章,主要探讨电子通信中基本的调制解调制式);现代电子通信传输的重要技术(含第7章~第11章,主要探讨有线、无线数字通信与网络通信以及编码等技术);现代电子通信传输的主要方式(含第12章~第15章,主要探讨电波的传播与卫星通信,微波与激光通信,光纤与光纤通信以及数字电视等新技术的基础知识)。此外,我们还对原文书中的一些错误作了修正翻译。值得一提的是,为配合部分高校开展的专业课双语教学工作,我们在编译过程中还特意将原文图中的英语专业词汇直接引出而并未译出。

本书由空军雷达学院通信工程教研室的吴利民教授、信号处理教研室秦江敏、向家彬教授、网络对抗及通信教研室的王振华、梅进杰二位博士以及空军第二研究所的陈正林高级工程师主编译。先后参与翻译该书部分章节及附录的还有杨瑞娟、汪枫、单财良、程红斌、肖玉芬、陈伟、黄美容、虞新宇、涂静、罗菁、李嵩斌、谭宏、高路等同事。在编译这本巨著时,面对书中对现代电子通信理论及其新技术内容如此广泛的涉猎,如此深入的探讨,以及如此全新的跟踪,我们也深感在较短的时间内做好该书的编译的确是一项难度之大的挑战。因此,在全书编译文中难免有错误与不妥之处,恳请所有同行专家与读者斧正赐教,并欢迎发送电子邮件至 wlm8649@hotmail.com。籍此机会,我们还要向那些为该书顺利出版作出贡献的所有同仁,以及清华出版社编辑与工作人员致以由衷的谢意。

编译者

草于中国人民解放军空军雷达学院
二零零九年国庆,长江之滨



《现代电子通信》新版(第9版)中有许多较前版改进的新内容。对此,我们尤感兴奋。在以下对这些改进之处的简介过程中,我们确信读者也将会与我们一道分享这份新奇。该书新版保留了第8版已有的叙述风格,它包括了跟踪电子通信领域内的最新技术发展,内容的可读性,以及许多有助于学生深入理解的要点内容。

本版已较大地扩充了对数字通信内容的讨论,并重点讨论了在移动通信、SS7信号传输、Bluetooth、Wi-Max与DTV(数字电视)等方面的技术。书中的每一章都包含了对该章要点内容所做的 Electronics Workbench™ Multisim 仿真。该版也增添了一些新的内容,如无线安全、DSP技术、无线射频识别(RFID)以及高清晰(HD)无线电技术。并增加了对卫星通信与抛物面反射器的探讨。最后,还对光纤通信的内容也作了相应的更新。

令人非常兴奋的是,在该书中新增添了关于高频通信模块的一节内容,并通过采用模块式电子电路实现电子通信系统的示例来刻画 Mini-Circuits® 模块的主要特性。在该节中通过列举几个使用 Mini-Circuits® 模块的实验以补充更新该书实验手册的相关内容。

我们还非常高兴地为读者提供了在线“天线电接收与发射机工作图册”,它是由纽约理工学院的 Lance Breger 与 Ken Ma-Kowitz 教授制作的。这份图册对射频信号的传输给出了一个极好的演示,它可通过点击网址 www.prenhall.com/beasley, 进入“Modern Electronic Communication”内容下载得到。

本书主要特点

- 对数字与数据通信技术最新进展的讨论;
- 对数字电视从理论到应用的更新探讨;
- 在扩频通信中采用 Electronics Workbench™ Multisim;
- 扩展的故障排除章节;
- 采用 Electronics Workbench™ Multisim 对书中的许多电路进行了仿真,并用附加电路提供了交互式的,易操作的系统故障排除练习;
- 完整的首字母缩写词及缩写语目录;
- 扩展范围的习题集;

- 每章末列出了对本章重要内容点的总结;
- 每章末附有多个问题与习题, 并包括一些重要的思考题, 以培养提高读者分析问题的技能;
- 书末还附有完整的术语表。

第9版新增的部分内容

- 对移动通信的扩展探讨;
- SS7 与电话信号传输系统;
- 无线安全;
- 数字信号处理;
- 数字电视信号的监控;
- 具有 Mini-Circuits[®]模块的高频通信;
- 高清晰度无线电;
- 无线电频率识别;
- Wi-Max 技术;
- 更新的 Bluetooth (蓝牙) 技术;
- 更新的光纤技术;
- 更新的卫星通信技术;
- 性能因数与卫星链路的预算分析, 以及提供了一个专门基于本书开发研制的用于卫星链路预算分析的在线计算器;
- 更新的实验室手册, 包含了传统的通信集成电路, Electronics Workbench[™] Multisim 练习, 以及刻画 Mini-Circuits[®]模块特性的练习。

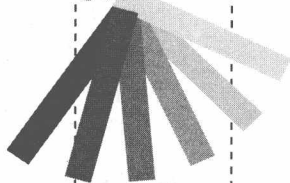
致谢

已有许多同仁为“现代电子通信”一书前8版的编著工作提供了建设性的指导意见。对此, 我们由衷地表示感激。我们特别要感谢的是 David Shores、Jim Andress、Russ Jedlicka 博士、Eric Johnson 博士、Guillerrmo Rico 与 Bill Saggerson, 他们对本书第9版的编写做出了非常有意义的贡献。我们还要感谢 Lance Breger 与 Ken Markowitz 教授为我们提供了书中的无线电发射机与接收机运行图册。

我们也要感谢为本书评阅的一些同仁, 他们是 Pravin Raghuvanshi (美国德福瑞大学北伦斯卫克分校), Greg Mimmack (杜尔汉技术学院), David Shores (ITT 技术大学西雅图分校), Michael Agina (德克萨斯南部大学) 与 Saeed Shaikh (迈阿密 Dade 学院)。

最后, 我们还要对我们的家庭成员致以由衷的谢意, 感谢他们的耐心与长期的支持。

Jeffrey S. Beasley
Gary M. Miller



第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.1.1 调制	2
1.1.2 通信系统	2
1.2 通信中的分贝	4
1.3 噪声	8
1.3.1 外部噪声	9
1.3.2 内部噪声	10
1.4 噪声表示与计算	14
1.4.1 信噪比	14
1.4.2 噪声系数	14
1.4.3 电抗噪声效应	16
1.4.4 级联放大器噪声	16
1.4.5 等效噪声温度	18
1.4.6 等效噪声电阻	19
1.4.7 SINAD	19
1.5 噪声测量	20
1.5.1 二极管噪声发生器	20
1.5.2 正切噪声测量技术	21
1.6 信息和带宽	22
1.7 LC 电路	29
1.7.1 实用的电感与电容	29
1.7.2 谐振	29
1.7.3 LC 带通滤波器	32
1.7.4 LC 并联电路	34
1.7.5 LC 滤波器的类型	35
1.7.6 高频效应	35
1.8 振荡器	36
1.8.1 LC 振荡器	37
1.8.2 哈特莱 (Hartley) 振荡器	38
1.8.3 考毕兹 (Colpitts) 振荡器	39
1.8.4 克拉泼 (Clapp) 振荡器	39
1.8.5 晶体振荡器	40

1.8.6	晶体测试	42
1.9	故障检修	42
1.9.1	一般的故障检修技术	43
1.9.2	电子电路故障原因	44
1.9.3	故障检修方案	44
1.9.4	晶体测试	45
1.9.5	振荡器电容测试	46
1.9.6	振荡器电感测试	47
1.9.7	理解数字采样示波器波形	47
1.10	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	48
	本章小结	50
	习题与思考题	50
	思考题	54
第2章	幅度调制: 发送	55
2.1	概述	55
2.2	幅度调制基础	56
2.2.1	AM 信号波形	57
2.2.2	AM 信号的相量表示	60
2.3	调制度	61
2.4	AM 信号分析	63
2.5	AM 信号产生电路	67
2.5.1	高电平与低电平调制	68
2.5.2	中和	69
2.5.3	晶体管高电平调制器	70
2.5.4	PIN 二极管调制器	71
2.5.5	线性集成电路调制器	72
2.6	AM 发射系统	74
2.6.1	民用波段发射机	75
2.6.2	天线耦合器	76
2.6.3	发射机安装与调谐	77
2.7	发射机测量	78
2.7.1	梯形图	78
2.7.2	仪表测量	79
2.7.3	频谱分析仪	79
2.7.4	谐波失真测量	80
2.7.5	RF 信号测量的特别注意事项	82

2.8 故障排除.....	83
2.8.1 观察法	83
2.8.2 维修策略	83
2.8.3 RF 放大器故障检修	84
2.8.4 发射机检查	86
2.8.5 发射机输出功率测量	87
2.9 用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	87
本章小结	91
习题与思考题	91
思考题	93
第 3 章 幅度调制：接收	95
3.1 接收机特性	95
3.1.1 灵敏度与选择性	96
3.1.2 TRF 选择性	96
3.2 AM 检波	98
3.2.1 二极管检波器	98
3.2.2 检波二极管类型	100
3.2.3 对角削波畸变	100
3.2.4 同步检波	102
3.3 超外差接收机	104
3.3.1 频率变换	105
3.3.2 调谐电路的调节	105
3.4 超外差调谐	106
3.4.1 跟踪	106
3.4.2 电子调谐	107
3.5 超外差分析	109
3.5.1 镜像频率	109
3.5.2 RF 放大器	110
3.5.3 混频器/本机振荡器 (LO)	112
3.5.4 中频放大器	113
3.6 自动增益控制	115
3.6.1 AGC 电平的获得	115
3.6.2 晶体管增益控制	115
3.6.3 IF/AGC 放大器	117
3.7 AM 接收系统	119
3.7.1 LIC 调幅接收机	119
3.7.2 AM 立体声	122
3.7.3 接收机分析	123

3.8 故障检修.....	126
3.8.1 混频器电路.....	126
3.8.2 无 AM 射频信号.....	127
3.8.3 变频器本机振荡停振.....	128
3.8.4 AM 信号接收性能变差.....	128
3.8.5 故障症状及可能原因.....	128
3.8.6 电源故障检修.....	129
3.8.7 音频放大器故障检修.....	130
3.8.8 超外差接收机 RF 部分故障检修.....	131
3.9 用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析.....	131
本章小结.....	133
习题与思考题.....	133
思考题.....	135

第 4 章 单边带通信 137

4.1 单边带特性.....	137
4.1.1 功率分布.....	138
4.1.2 边带传输类型.....	138
4.1.3 SSB 的优点.....	139
4.2 边带的产生: 平衡调制器.....	140
4.3 单边带滤波器.....	143
4.3.1 晶体滤波器.....	144
4.3.2 陶瓷滤波器.....	145
4.3.3 机械滤波器.....	145
4.4 单边带发射机.....	147
4.4.1 滤波法.....	147
4.4.2 滤波 SSB 发生器.....	148
4.4.3 相位法.....	148
4.4.4 ACSSB 系统.....	151
4.4.5 发射机线性功率放大器.....	152
4.5 单边带解调.....	153
4.5.1 波形.....	153
4.5.2 SSB 混频解调器.....	153
4.5.3 BFO 偏移效应.....	155
4.5.4 乘积检波器.....	155
4.6 单边带接收机.....	156
4.7 故障检修.....	159
4.7.1 平衡调制器.....	159
4.7.2 载波漏泄检测.....	160

4.7.3	滤波器测试	162
4.7.4	线性放大器测试	162
4.7.5	SSB 接收机系统测试	163
4.7.6	信号注入	163
4.8	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	164
	本章小结	166
	习题与思考题	167
	思考题	168
第 5 章	频率调制：发送	171
5.1	角度调制	171
5.2	简单的 FM 发生器	172
5.3	FM 分析	176
5.3.1	FM 数学解析	177
5.3.2	零载波幅度	180
5.3.3	FM 广播	181
5.3.4	窄带 FM	182
5.4	噪声抑制	183
5.4.1	FM 噪声分析	184
5.4.2	捕获效应	186
5.4.3	预加重	187
5.4.4	杜比系统	188
5.5	直接调频的产生	189
5.5.1	变容二极管	189
5.5.2	用 LIC 压控振荡器产生调频	190
5.5.3	Crosby 调制器	193
5.6	间接 FM 的产生	195
5.7	锁相环 FM 发射机	197
5.7.1	系统框图	197
5.7.2	电路描述	198
5.7.3	调整与运行	200
5.7.4	在其他频段工作	200
5.7.5	单片 FM 发射机	200
5.8	FM 立体声	201
5.8.1	调制信号	201
5.8.2	FM 立体声的产生	202
5.9	调频传输	203
5.10	故障检修	203
5.10.1	FM 发射机系统	204

5.10.2	电抗调制器电路的工作	205
5.10.3	电抗调制器的故障检修	206
5.10.4	宽带 FM 信号频谱	207
5.10.5	宽带 FM 发射机频率及频偏测试	208
5.11	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	210
	本章小结	212
	习题与思考题	212
	思考题	215

第 6 章 频率调制: 接收 217

6.1	系统框图	217
6.2	RF 放大器	218
6.2.1	FET 射频放大器	219
6.2.2	MOSFET 射频放大器	219
6.3	限幅器	220
6.4	鉴频器	222
6.4.1	斜率鉴频器	223
6.4.2	Fogter-Seely 鉴频器	223
6.4.3	比例鉴频器	225
6.4.4	正交鉴频器	225
6.5	锁相环	227
6.5.1	PLL 捕获和锁定	227
6.5.2	PLL FM 解调器	228
6.5.3	LM 565 PLL	229
6.6	立体声解调	235
6.6.1	SCA 解码器	236
6.6.2	LIC 立体声解码器	237
6.7	FM 接收机	239
6.8	故障检修	243
6.8.1	FM 接收机	243
6.8.2	故障定位	244
6.8.3	正交鉴频器	244
6.8.4	鉴频器	245
6.8.5	立体声解调器	245
6.8.6	二极管和晶体管的测试	246
6.9	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障检修	247
	本章小结	249
	习题与思考题	250
	思考题	251

第7章 通信技术

253

7.1 概述.....	253
7.2 频率变换.....	253
7.2.1 二次变频.....	253
7.2.2 上变频.....	255
7.3 特殊技术.....	257
7.3.1 延迟 AGC.....	257
7.3.2 辅助 AGC.....	258
7.3.3 可变灵敏度.....	260
7.3.4 可变选择性.....	260
7.3.5 噪声限幅器.....	260
7.3.6 仪表.....	261
7.3.7 静噪.....	262
7.3.8 静噪技术*.....	263
7.4 接收机噪声、灵敏度与动态范围的关系.....	264
7.4.1 噪声和接收机灵敏度.....	264
7.4.2 动态范围.....	265
7.4.3 互调失真测试.....	268
7.5 频率合成.....	269
7.5.1 可编程分频.....	270
7.5.2 双模分频器.....	272
7.6 直接数字合成.....	279
7.7 高频通信模块.....	280
7.7.1 Mini-Circuits® 模块.....	282
7.7.2 AM 调制.....	282
7.7.3 频率调制.....	284
7.7.4 混频器电路.....	284
7.8 故障检修.....	285
7.8.1 收发信机中的发射机.....	285
7.8.2 发射机故障.....	286
7.8.3 逻辑故障.....	287
7.8.4 合成器故障.....	287
7.9 用 ElectroniCSWorkbench™ Multisim 作故障分析.....	288
本章小结.....	291
习题与思考题.....	291
思考题.....	293

第8章 数字通信: 编码技术**295**

8.1	概述.....	295
8.2	字母数字编码.....	296
8.2.1	ASCII 码.....	296
8.2.2	EBCDIC 码.....	297
8.2.3	波特码.....	299
8.2.4	格雷码.....	300
8.3	脉冲编码调制.....	300
8.3.1	采样保持电路.....	301
8.3.2	脉冲幅度调制.....	302
8.3.3	采样频率.....	302
8.3.4	量化.....	304
8.3.5	动态范围和信噪比计算.....	306
8.3.6	压扩.....	308
8.3.7	空闲信道噪声.....	308
8.3.8	幅度压扩.....	309
8.3.9	数模变换器.....	310
8.3.10	模数变换器.....	312
8.3.11	编解码器.....	313
8.4	数字信号编码格式.....	314
8.4.1	NRZ 组.....	314
8.4.2	RZ 码.....	314
8.4.3	二相码与密勒码.....	316
8.4.4	多电平二进制码.....	317
8.5	编码原理.....	317
8.6	误码检测与纠错.....	320
8.6.1	奇偶校验.....	320
8.6.2	分块校验字符.....	321
8.6.3	循环冗余校验.....	322
8.6.4	CRC 码分离电路.....	325
8.6.5	汉明码.....	326
8.6.6	RS 码.....	327
8.7	数字信号处理.....	327
8.8	故障检修.....	332
8.8.1	数字波形.....	332
8.8.2	噪声对脉冲的影响.....	332
8.8.3	阻抗对脉冲的影响.....	333
8.8.4	频率对脉冲的影响.....	333

8.9 用 Electronics Workbench™ Multisim 作故障分析	334
本章小结	337
习题与思考题	337
思考题	339

第 9 章 有线数字通信 341

9.1 概述	341
9.2 数字通信的背景知识	342
9.2.1 二进制编码	342
9.2.2 编码的抗噪特性	344
9.2.3 每比特能量	345
9.2.4 通信链路和协议	346
9.2.5 通信协议	346
9.3 带宽考虑	347
9.4 数据传输	349
9.4.1 数据信道	349
9.4.2 接入业务提供点	350
9.4.3 T1 组帧	350
9.4.4 线路编码格式	351
9.4.5 分组交换	353
9.4.6 帧中继	353
9.4.7 异步传输模式 (ATM)	354
9.5 时分多址	355
9.6 增量调制和脉冲调制	356
9.6.1 脉冲调制	357
9.6.2 脉冲幅度调制	358
9.6.3 脉冲宽度调制	360
9.6.4 脉冲位置调制	362
9.6.5 解调	363
9.6.6 用 AM 进行数据传输	363
9.7 计算机通信	366
9.7.1 通用串行总线	366
9.7.2 火线 (IEEE1394)	368
9.7.3 RS-232 标准	368
9.7.4 RS-232 线路描述	370
9.7.5 RS-422 与 RS-485	373
9.7.6 传真	374
9.8 故障检修	374
9.8.1 接收机故障	375

9.8.2	发射机故障	375
9.8.3	编码器/译码器故障	377
9.9	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	377
	本章小结	379
	习题与思考题	380
	思考题	381
第 10 章	无线数字通信	383
10.1	概述	383
10.2	数字调制技术	384
10.2.1	移频键控	384
10.2.2	FSK 产生	385
10.2.3	移相键控 (PSK)	386
10.2.4	二进制移相键控	386
10.2.5	QPSK 系统	388
10.2.6	差分移相键控	390
10.2.7	正交幅度调制	391
10.2.8	环回	392
10.2.9	眼图	392
10.3	扩频技术	393
10.3.1	伪随机 (PN) 码	393
10.3.2	跳频 (FH)	396
10.3.3	直接序列扩频 (DSSS)	397
10.4	正交频分复用	403
10.4.1	HD 无线电台	404
10.4.2	HD 接收机	405
10.5	遥测	406
10.5.1	遥测方框图	406
10.5.2	典型的遥测系统	407
10.5.3	无线遥测系统	408
10.6	故障检修	411
10.7	用 Electronics Workbench TM Multisim 作故障分析	412
	本章小结	415
	习题与思考题	416
	思考题	417
第 11 章	网络通信	419
11.1	概述	419
11.2	基本电话系统的运行	420