



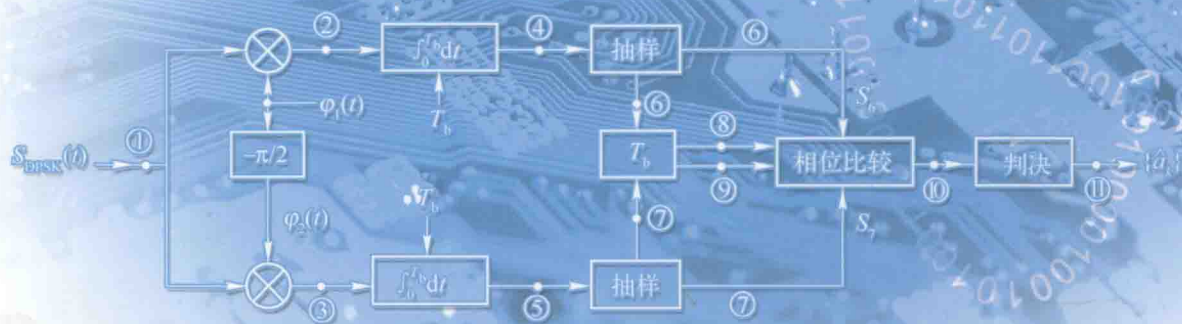
北京高等教育精品教材

BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

高等学校电子信息类系列教材

通信系统原理 学习指南 (修订本)

冯玉珉 郭宇春 编著
张 星 卢燕飞



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

北京高等教育精品教材

高等学校电子信息类系列教材

通信系统原理 学 习 指 南

(修订本)

冯玉珉 郭宇春 编著
张 星 卢燕飞

清华大学出版社
北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是为配合《通信系统原理(修订本)》一书的教学,以学习指南的形式而编写的习题集,较一般习题集具有更丰富的内容:包括各章知识点及章节重点内容的概念、思路,并以大量例题、复习题、填空简答题引导读者透彻理解其基本内容,同时设有大量带有答案的习题。

本书具有很强的可读性,适合于各种不同要求的通信专业的学生和成教、网络学院、大专等学生参考,尤其可作为通信与信息系统专业方向的硕士研究生入学测试备考教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,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

通信系统原理学习指南/冯玉珉等编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2006.6 (2011.10 重印)

(高等学校电子信息类系列教材)

ISBN 978-7-81082-105-6

I. 通… II. 冯… III. 通信系统-高等学校-教学参考资料 IV. TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017408 号

责任编辑:韩 乐

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:20.75 字数:531 千字

版 次:2004 年 5 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次修订 2011 年 10 月第 4 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81082-105-6/TN·21

印 数:10 001~11 000 册 定价:33.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

高等学校电子信息类系列教材 编审委员会成员名单

主 任 谈振辉

副主任 张思东 赵尔沅

委 员 (以姓氏笔画为序)

王志刚 邓忠礼 冯玉珉 冯锡生 卢先河

刘 云 齐立心 朱定华 严国萍 李承恕

汪希时 沙 斐 张有根 张林昌 陈常嘉

郑光信 屈 波 钟章队 徐佩霞 薛 质

总 序

近年来,我国高等教育经历了重大的改革,已经在教育思想和观念上、教育方法和手段上有了长足的进步,在较大范围和较深层次上取得了成果。为了推进课程改革、加快我国大学教育国际化的进程,教学内容和课程体系改革已经是势在必行。特别在通信与信息领域,随着微电子、光电子技术、计算机技术及光纤等相关技术的发展,尤其是计算机技术与通信技术相结合,使得现代通信正经历着一场变革,各种新技术、新业务、新系统和新应用层出不穷,传统的教学内容和课程体系已不能满足要求,同时教材内容也需要更新。在此背景下,我们决定编写一套紧跟国际科技发展又适合我国国情的“高等学校电子信息类系列教材”,以适应我国高等教育改革的新形势。

“高等学校电子信息类系列教材”涉及传输技术、交换技术、IP 技术、接入技术、通信网络技术及各种新业务等。我们在取得教学改革成果的基础上,组织了一批具有多年教学经验、从事科研工作的教师参与编写这套专业课程系列教材。

本系列专业课程教材具有以下特色:

- 在编写指导思想上,突出实用性、基础性、先进性和时代特征,强调核心知识,结合实际应用,理论与实践相结合。
- 在教材体系上,强调知识结构的系统性和完整性,强调课程间的有机联系,注重学生知识运用能力和创新意识的培养。
- 在教材内容上,重点阐述系统的基本概念和原理、基本组成、基本功能及基本应用,对一些新技术和新应用做较系统的介绍。内容丰富,层次分明,重点突出,叙述简洁,通俗易懂。

本系列专业课程教材包括:

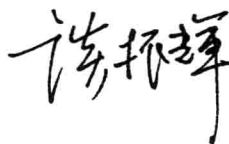
《现代通信概论》、《通信系统原理》、《通信系统原理学习指南》、《数字通信》、《现代交换技术》、《光纤通信理论基础》、《光纤通信系统及其应用》、《光接入网技术及其应用》、《现代移动通信系统》、《数字微波通信》、《卫星通信》、《现代通信网》、《自动控制原理》、《蓝牙技术原理与协议》、《计算机通信网基础》、《多媒体通信》、《数字图像处理学》、《网络信息安全技术》等。

本系列教材的出版得到北京交通大学教务处的的大力支持,同时也得到北京交通大学出版社、清华大学出版社有关同志的精心指导和全力帮助。

本系列教材适合于高等院校通信及相关专业本科生教育,也可作为从事电信工作的技术人员自学教材及培训教材。

“高等学校电子信息类系列教材”

编审委员会主任



2006 年 6 月

修订本前言

作为《通信系统原理》的配套教材——“学习指南”提取了教材各章节基本概念和技术思路,突出了重点,各章节有机地穿插了典型例题,较一般形式的习题解答或学习指导书,具有其明显特色。出版一年多来,由学生使用效果和读者信息反馈表明,本书对于掌握通信系统科学分析方法和应有的理解深度,起到了有力的导读和指导作用。

鉴于近几年来新的教学大纲对通信原理课程内容和教材提出了更高的要求,据此作者对2003年出版的通信系统原理教材作了修订,同时对与之配套的“学习指南”也做了相应更新。主要变动如下:

- 对原书数字信号频带传输一章(第6章)中的QAM、MSK部分与扩频调制、TCM和OFDM等构成第9章——常用的现代调制技术;
- 原第7章扩频调制内容经适当压缩分别加到第9章与第10章;
- 信道编码部分重新编写并增加复合编码等重要内容;
- 新增第10章“多用户通信”,重点阐述了现代多址技术原理与重要应用;
- 各章节均增加了一些典型例题(共增加30题),同时对各章习题做了增删或调整。

在近两年打造精品教材和建设精品课程过程中,北京交通大学电子信息学院领导、特别是主管教学副院长张有根教授给予了热切关照和有力支持;博士生霍炎、研究生杨文强、陈栋制作了部分网络课件。作者表示由衷的谢意。

作者感到,这次修订本虽然进行了相当多的内容更新或调整,但欲推出一套适应通信发展和满足通信专业学生及广大读者需要的精品教材,尚需继续付出很大的努力。诚请通信界专家、同仁和读者对两本修订教材存在的不足与错误之处提出批评和指正。

作 者

2006年6月

前 言

《通信系统原理》教材自清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版以来,受到了专家的好评与读者的欢迎,并已两次重印。此后有不少学校和读者询问与征订“习题集”,现以学习指南的形式编写了各章应掌握的知识点和主要内容,特别是每章均提供了大量相关的例题,力图指明各章基本概念、思路及主要结论,体现了“教材”前言中的“阐明概念、思路清晰、重点突出、分析彻底、结合应用”的基本着眼点。在每章后又给出了思考题,以及与之相配合的“填空简答”,并给出了答案,这些都是教材的有机组成部分,易于读者全面理解各章节内的概念与实质。同时配备大量附有答案的习题——其中相当数量的习题采用了我们 1992 年出版的《通信系统原理习题集》的题目——以期读者能有一个好的学习效果。

本书与本人编写的教材相配套,同时也与其他版本教材的基本内容相一致,不仅适合本科生使用,也适合于函授、远程及网络教学的学生使用,尤其对研究生入学备考的复习有很大的帮助。

本书提供了 10 章内容。第 10 章旨在利于读者通晓通信专业的基本概念,以便于联系专业知识为求职与面试提供参考。本书目录中带 * 号者为可以选读的部分。

在“通信系统原理”教材已经出版和这本配套“学习指南”即将面世之际,特别感谢恩师——著名的通信专家张树京教授长期以来的悉心指教和其他前辈恩师的热切关照和栽培。另外,赵荣黎教授对本书第 7 章等内容进行了详尽评审,齐立心教授为第 4 章等章节进行了具体审校,这里一并表示诚挚谢意。

在本书和已出版的《通信系统原理》教材的编写过程中,杨文强、徐红艳、尉明明等同志在制图、排版等方面耗费了很大的精力,使本书能够顺利面市。在此,对他们的辛勤工作表示感谢。

本书的编写,由于时间仓促,不当与错误之处在所难免,诚请读者批评、指正。

编 者
2004.5

目 录

第 1 章 通信系统概述	(1)
1.1 信息与通信	(1)
1.1.1 信息、信号与信息格式	(1)
1.1.2 通信	(2)
1.1.3 信息技术	(2)
1.2 通信系统	(3)
1.2.1 信息系统	(3)
1.2.2 通信系统	(3)
1.2.3 现代通信系统	(3)
1.3 信道分类与特性	(5)
1.3.1 信道分类	(5)
1.3.2 信道分类特征	(6)
1.4 通信频段划分	(6)
1.4.1 通信频段划分和无线频谱规划	(6)
1.4.2 无线传播的特点	(7)
1.5 通信系统质量指标	(8)
第 2 章 信号与噪声分析	(9)
2.1 确知信号时 - 频域特征	(9)
2.1.1 周期信号表示方法——傅里叶级数	(9)
2.1.2 傅里叶时 - 频域分析方法	(10)
2.1.3 能量谱与功率谱	(12)
2.2 希氏变换	(14)
2.3 确知信号通过线性时不变系统	(16)
2.4 随机变量统计特征	(17)
2.4.1 一维统计特征	(17)
2.4.2 二维统计特征	(18)
* 2.4.3 随机变量变换	(21)
2.5 平稳随机过程统计特征	(23)
2.5.1 随机过程及其统计特征	(23)
2.5.2 平稳随机过程与广义平稳过程	(25)
2.5.3 遍历性平稳过程	(25)
2.5.4 平稳随机信号功率谱(密度)	(26)
2.6 平稳随机过程通过系统的响应统计特征	(27)
2.6.1 通过线性系统	(27)

2.6.2 平稳过程通过非线性系统	(27)
2.7 高斯白噪声的特征	(29)
2.7.1 信号与干扰	(29)
2.7.2 高斯白噪声	(29)
2.7.3 窄带噪声	(31)
2.7.4 高斯随机过程的特点	(31)
2.8 复习与思考	(34)
2.9 填空简答	(35)
2.10 习题	(37)
2.10.1 傅里叶变换及信号分析	(37)
2.10.2 概率与随机变量	(38)
2.10.3 二维随机变量	(38)
2.10.4 随机过程统计特征	(39)
2.10.5 随机信号与高斯噪声通过系统	(40)
2.10.6 两个随机过程的统计关系	(40)
第3章 模拟调制系统	(42)
3.1 模拟信号连续波调制系统模型	(42)
3.1.1 模拟调制概念	(42)
3.1.2 线性调制系统信号分析	(43)
3.2 线性调制信号解调与性能分析	(47)
3.2.1 解调方式与步骤	(47)
3.2.2 (抗)噪声性能分析	(48)
3.2.3 进一步讨论的问题	(50)
3.3 非线性调制	(52)
3.3.1 角度调制数学模型	(52)
3.3.2 调角信号的时频域分析	(52)
3.4 调频波的解调性能分析	(54)
3.4.1 窄带调频相干解调的性能	(54)
3.4.2 WBFM 非相干解调与特性分析	(55)
3.4.3 调频系统若干技术问题	(57)
3.5 调相波特点	(59)
3.5.1 发送调相波信号分析	(59)
3.5.2 PM 信号主要参量	(60)
3.5.3 WBPM 信号解调与性能	(60)
3.6 模拟调制综合应用举例	(60)
3.7 复习与思考	(64)
3.8 填空简答	(65)
3.9 习题	(67)
3.9.1 线性调制已调信号分析	(67)

3.9.2	解调与性能分析	(69)
3.9.3	调频信号分析	(70)
3.9.4	鉴频与性能分析	(71)
3.9.5	调相信号与解调性能	(72)
3.9.6	综合性题目	(72)
第4章	模拟信号数字化	(74)
4.1	数字化编码特点与优点	(74)
4.1.1	数字调制	(74)
4.1.2	PCM 和数字信号优点	(75)
4.2	低通抽样	(75)
4.2.1	抽样定理要点	(75)
* 4.2.2	平顶抽样	(76)
* 4.2.3	进一步认识抽样定理	(77)
4.3	量化与性能分析	(77)
4.3.1	均匀量化与编码	(77)
4.3.2	编码方式	(77)
4.3.3	量化噪声性能分析	(78)
4.4	非均匀量化	(80)
4.4.1	针对性	(80)
4.4.2	语音信号非均匀量化策略	(81)
4.4.3	A 律语音 13 折线压缩 - 扩张特性	(82)
4.5	PCM 基群传输系统	(83)
4.5.1	A 律 30/32 路 PCM 基群(E_1)系统	(83)
4.5.2	μ 律基群概要	(85)
4.6	线性预测编码	(85)
4.6.1	差分脉码调制	(85)
4.6.2	增量调制	(87)
4.6.3	改进型增量调制	(88)
4.6.4	自适应差分脉码调制(ADPCM)	(89)
4.7	复习与思考	(89)
4.8	填空简答	(90)
4.9	习题	(92)
4.9.1	线性量化 PCM	(92)
4.9.2	非均匀量化 PCM	(93)
4.9.3	预测编码	(94)
第5章	数字信号的基带传输	(96)
5.1	码型、波形及功率谱	(96)
5.1.1	选择码型、波形的具体考虑因素	(96)
5.1.2	主要码型的特点与优点	(96)

5.1.3 功率谱特性及要求	(97)
5.2 奈奎斯特准则——消除符号间干扰理论与实践	(98)
5.2.1 消除符号间干扰——奈氏准则的充要条件	(98)
5.2.2 部分响应——奈奎斯特第二准则	(102)
*5.2.3 相关电平编码推广——部分响应系列	(105)
5.3 均衡	(107)
5.3.1 均衡的必要性	(107)
5.3.2 时域线性均衡	(107)
5.4 数字信号基带传输系统误码性能分析	(109)
5.4.1 数字基带信号传输与接收特点	(109)
5.4.2 误码性能分析方法	(109)
5.5 复习与思考	(113)
5.6 填空简答	(114)
5.7 习题	(115)
5.7.1 码型与功率谱	(115)
5.7.2 奈氏准则及其实现	(116)
5.7.3 均衡	(117)
5.7.4 误码性能	(118)
第6章 数字信号的频带传输	(119)
6.1 二元幅移键控系统分析	(119)
6.1.1 ASK 信号分析	(119)
6.1.2 相干解调及性能分析	(120)
6.1.3 非相干噪声性能分析	(120)
6.2 二元频移键控系统分析	(122)
6.2.1 FSK 信号设计与分析	(122)
6.2.2 两种 FSK 及其参数	(122)
6.2.3 CPFSK 特点	(123)
6.2.4 FSK 信号相干性能分析	(123)
6.2.5 FSK 非相干性能分析	(124)
6.3 二元相移键控系统分析	(125)
6.3.1 绝对相移键控(PSK)特点	(125)
6.3.2 差分相移键控	(127)
6.4 三种二元调制系统性能比较	(128)
6.5 多元数字调制系统	(130)
6.5.1 概念与要点	(130)
6.5.2 多元数字调幅	(131)
6.5.3 多元数字调频	(132)
6.5.4 多元数字调相	(132)
6.6 复习与思考	(138)

6.7 填空简答	(138)
6.8 习题	(139)
6.8.1 二元调制	(139)
6.8.2 多元调制	(143)
第7章 数字信号的最佳接收	(144)
7.1 最佳接收准则	(144)
7.2 匹配滤波器最佳接收	(145)
7.2.1 思路和设计方案	(145)
7.2.2 匹配滤波器特性与信号分析	(146)
7.2.3 匹配接收系统误码性能	(148)
7.2.4 匹配滤波器最佳接收应用	(150)
7.3 相关接收	(150)
7.3.1 未知相位信号的最佳接收	(150)
7.3.2 相关接收	(153)
7.3.3 关于匹配滤波器最佳接收的讨论	(155)
*7.4 理想接收机模型	(159)
7.4.1 理想接收思路构成	(159)
7.4.2 理想接收与相关接收的等效性	(159)
7.5 最佳接收误码率统计分析	(160)
7.5.1 3种最佳接收机统一性及其条件	(160)
7.5.2 误码性能统一分析方法	(160)
7.5.3 相关接收与相干接收的性能比较	(163)
7.6 复习与思考	(164)
7.7 填空简答	(164)
7.8 习题	(166)
7.8.1 匹配滤波器接收	(166)
7.8.2 相关接收	(168)
第8章 信道编码	(170)
8.1 传输差错和控制概念	(170)
8.1.1 传输差错	(170)
8.1.2 信道编码定理	(173)
8.1.3 差错控制(能力)定理	(173)
8.2 线性分组码	(173)
8.2.1 构思特点	(173)
8.2.2 (n, k) 码编制过程举例	(174)
8.2.3 解码伴随式与纠错	(175)
8.3 汉明对 (n, k) 码的贡献	(176)
*8.3.1 汉明界	(176)
8.3.2 汉明码、完备码	(177)

* 8.3.3 汉明码的扩展与扩展码	(178)
8.4 (n, k) 循环码	(180)
8.4.1 预备知识	(180)
8.4.2 (n, k) 循环码的特点	(181)
8.4.3 由生成多项式构成循环码	(182)
8.4.4 循环码编码步骤	(183)
8.4.5 解码与伴随式纠错	(185)
8.4.6 生成矩阵多项式	(186)
* 8.5 认识 3 种常用最佳 (n, k) 循环码	(187)
8.5.1 循环冗余校验码(CRC)	(187)
8.5.2 BCH 码	(187)
8.5.3 R-S 码	(188)
8.6 卷积码	(188)
8.6.1 卷积码特征	(188)
8.6.2 卷积码数学描述	(190)
8.6.3 卷积码图示法	(191)
8.6.4 卷积码维特比解码最佳实施	(193)
8.6.5 卷积码自由距离和编码增益	(195)
8.7 复合编码	(196)
8.7.1 链接码(级联码)	(196)
8.7.2 交织码	(197)
8.7.3 Turbo 码概念	(200)
8.8 复习与思考	(201)
8.9 填空简答	(201)
8.10 习题	(203)
8.10.1 差错控制概念	(203)
8.10.2 (n, k) 分组码	(204)
8.10.3 循环码特性	(205)
8.10.4 卷积码	(207)
8.10.5 复合编码	(208)
第 9 章 常用的现代调制技术	(209)
9.1 正交调幅	(209)
9.1.1 QAM 信号设计特点	(209)
9.1.2 MQAM 相干接收抗噪声性能	(211)
9.1.3 MQAM 与 MPSK 比较	(212)
* 9.1.4 改进型 QPSK——OQPSK 或 OQAM	(212)
* * 9.1.5 无载波幅-相调制	(213)
9.2 最小频移键控	(214)
9.2.1 MSK 信号分析	(215)

9.2.2	MSK 信号波形特点	(215)
* 9.2.3	MSK 信号相干接收	(218)
9.2.4	MSK 信号系统特点	(219)
* 9.2.5	改进型 MSK	(220)
9.3	扩频调制	(222)
9.3.1	扩频(SS)的基本原理	(222)
9.3.2	扩频调制基本方式	(224)
9.3.3	PN 与 m 序列	(224)
9.3.4	直接序列扩频	(226)
9.3.5	射频 DS-SS 系统性能分析	(228)
9.3.6	跳频扩频	(230)
9.3.7	同步	(231)
9.4	网格编码调制	(232)
9.4.1	TCM 原理综述	(232)
9.4.2	计算 TCM-UB 码的自由欧氏距离	(233)
9.4.3	卷积码与多元调幅组合的 TCM 模式	(236)
9.4.4	关于编码调制的距离特性讨论	(240)
9.5	OFDM 数字调制	(242)
9.5.1	OFDM 基本出发点是“多载频”	(242)
9.5.2	OFDM 系统模型	(243)
9.6	复习与思考	(245)
9.7	填空简答	(245)
9.8	习题	(247)
9.8.1	QAM 与 MSK	(247)
9.8.2	扩频调制	(249)
9.8.3	TCM 和 OFDM	(251)
第 10 章	多用户通信	(252)
10.1	关于多用户通信	(252)
10.1.1	多用户通信描述	(252)
10.1.2	复用与多址特点	(253)
10.2	卫星网的多址模式	(254)
10.2.1	每载波多信道方式(MCPC)	(254)
10.2.2	卫星系统 TDMA 的帧结构举例	(254)
10.3	无线信道空间传输损耗	(255)
10.3.1	直线传播和自由空间损耗	(255)
10.3.2	自由空间传播损耗	(256)
10.3.3	多径传播和多径衰落	(258)
10.4	随机接入模式	(261)
10.4.1	随机接入模式的适应环境	(261)

10.4.2	随机接入和预定方式	(261)
10.4.3	载波侦听随机接入(多址)	(262)
10.5	蜂窝无线通信原理	(263)
10.5.1	蜂窝无线网构成特征	(263)
10.5.2	蜂窝小区特点	(264)
* 10.5.3	在蜂窝系统中,用户如何实施通话	(266)
10.5.4	蜂窝系统中的 CDMA	(266)
10.5.5	跳频模式的 CDMA(FHMA)	(271)
10.6	复习与思考	(275)
10.7	填空简答	(276)
10.8	习题	(277)
10.8.1	多用户/多址	(277)
10.8.2	GSM-TDMA	(277)
10.8.3	CDMA	(278)
10.8.4	传输损耗和多径衰落	(279)
* 第 11 章	现代通信网及其发展	(280)
11.1	通信网的发展	(280)
11.1.1	公用电话网	(280)
11.1.2	分组交换网	(280)
11.1.3	城域网	(280)
11.1.4	综合业务数字网	(280)
11.1.5	智能网	(281)
11.1.6	无线网	(281)
11.1.7	数据通信(网)	(281)
11.1.8	Internet	(281)
11.1.9	接入网	(282)
11.1.10	电信网与信息网的区别	(282)
11.2	ISDN 综合业务数字网	(282)
11.2.1	概念	(282)
11.2.2	ISDN 业务	(283)
11.2.3	用户-网络接口	(283)
11.3	ATM——异步转移模式	(283)
11.3.1	ATM 特征与优势	(283)
11.3.2	ATM 基本概念	(284)
11.3.3	ATM 虚连接——传输与交换	(284)
11.3.4	ATM 网的网络结构	(285)
11.4	同步数字体系 SDH	(285)
11.4.1	什么是 SDH	(285)
11.4.2	SDH 传送网分层模型特点	(286)

11.4.3	SDH 基本单元——网元	(286)
* 11.4.4	数字数据网	(286)
11.5	帧中继与数据通信部件	(287)
* 11.5.1	帧中继网	(287)
11.5.2	有关网络部件的功能	(288)
11.6	Internet	(289)
11.6.1	Internet 概念	(289)
11.6.2	TCP/IP 构成(传输控制协议/网间互连协议)	(289)
11.6.3	关于 IP 协议——IPv4 与 IPv6	(290)
11.6.4	IP 网有关技术简介	(291)
11.7	光纤通信系统	(292)
11.7.1	光纤通信优点及分类	(292)
11.7.2	光纤传输特性	(292)
11.7.3	光纤接入网	(293)
11.7.4	光通信发展	(293)
11.8	无线通信	(294)
11.8.1	蜂窝无线移动电话系统	(294)
11.8.2	蜂窝系统的干扰和系统的容量	(294)
11.8.3	衰落效应和衰落分布	(295)
11.8.4	多址技术	(295)
11.8.5	无线网络的发展	(297)
11.8.6	其他无线技术	(298)
11.9	接入网——“最后一公里”	(300)
11.9.1	接入网概念	(300)
11.9.2	xDSL 接入系列	(300)
11.9.3	综合业务接入网	(300)
11.9.4	光接入网	(300)
11.9.5	无线接入	(301)
11.10	卫星通信	(301)
11.10.1	概述	(301)
11.10.2	静止卫星参数	(301)
11.10.3	VSAT	(301)
11.11	数字微波(链路)	(302)
附录 A	概率积分函数表、误差函数表	(303)
习题答案		(306)
参考文献		(314)

第1章 通信系统概述

本章不是一般“概述”，拟概括介绍一些与本书相关而又不为各章节能全部包括的一般通信知识，这对学习通信系统原理将打下一个有力的基础。

知识点

- 信息、信息技术、信号及其分类；
- 通信、通信系统构成及各部分功能；
- 信道分类及几种常用信道特征；
- 无线传播特点与信道特征；
- 通信系统质量指标与改进质量的关键技术；
- 通信频段划分及各频段的基本特点。

要求

- 本章作为初学者的通读材料，以了解本书基本要点及通信系统实质性概念；
- 对已学习过或正在学习通信系统原理的读者，再学习本章内容，也可温故而知新。

1.1 信息与通信

1.1.1 信息、信号与信息格式

1. 信息

- 广义定义——“信息是事物运动的状态和方式”。据此定义，在人类生存的世界上，时时处处充满着信息。事物是极大量的客观存在，事物运动是绝对的，运动则必体现一定状态和某种有规则或无规则的运动方式，人类观察与认识各种事物，就是掌握其信息。
- 狭义定义——信息是新的知识，是不可预测的、偶然发生的，包括人们感兴趣的、对当事人是重要的事物、事件的含义。
- 信息量——由仙农信息论知，当信源各以概率 P_i 发出二元符号 ($i = 1, 2$)，各符号的信息量(自信息)表示为

$$I(x_i) = -\lg P_i \text{ bit(比特)} \quad (\text{二元信息}) \quad (1-1)$$

而统计平均信息量称为信源熵(entropy)，即

$$H(X) = -\sum_{i=1}^2 p_i \lg P_i \quad (\text{比特数/每符号}) \quad (1-2)$$

如：大量操作的计算机代码或通信使用的 1、0 码信息流，差不多 1、0 码各占 1/2，因此二元符号流的信息熵为

$$H(X) = \left(\frac{1}{2} \lg \frac{1}{1/2} + \frac{1}{2} \lg \frac{1}{1/2} \right) = 1 \quad (\text{比特/二元符号}) \quad (1-3)$$