

21世纪高等学校电子信息工程型规划教材

现代通信原理(上册)

——信息传输的基本原理

李颖洁 邹雪妹 赵恒凯 余小清 编著

郑国莘 主审



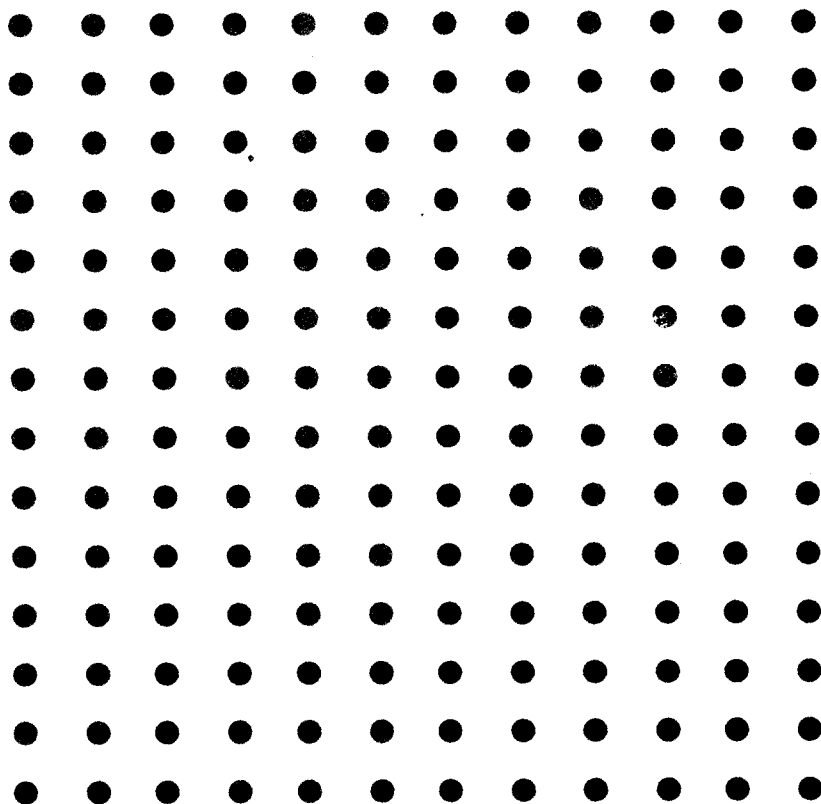
清华大学出版社

21世纪高等学校电子信息工程型规划教材

现代通信原理(上册)

——信息传输的相关技术

李颖洁 邹雪妹 赵恒凯 余小清 编著
郑国莘 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

现代通信原理分上、下两册,本书是上册,主要介绍通信的基本原理、分析方法及信号传输系统。

本书共7章,内容包括绪论、预备基础知识、随机信号分析、模拟调制系统、模拟信号数字化、数字基带传输系统和数字信号的频带传输。第1章介绍通信系统的基本概念,第2章介绍信号分析的基础知识,第3章给出通信中的随机信号分析方法,第4章阐述模拟调制与解调技术,第5章讨论模拟信号向数字信号的转化技术,第6章论述数字信号的基带传输原理,第7章介绍数字信号的频带传输技术。每章后面有思考题和习题。

本书可作为通信及信息类专业课教材,适合于短学期制的教学使用,上、下两册合并则可作为长学期的教学使用。本书也可供从事通信、电子工程、自动化等科研工程技术人员作为专业参考书。

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

现代通信原理.上册,信息传输的基本原理/李颖洁等编著. —北京:清华大学出版社, 2007.5

(21世纪高等学校电子信息工程型规划教材)

ISBN 978-7-302-13777-1

I. 现… II. 李… III. ①通信理论—高等学校—教材 ②信息传输—通信理论—高等学校—教材 IV. ①TN911 ②TN919.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第106646号

责任编辑:魏江江

责任校对:时翠兰

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印刷者:北京市昌平环球印刷厂

装订者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.25

版 次:2007年5月第1版

印 数:1~4000

定 价:22.00元

字 数:337千字

印 次:2007年5月第1次印刷

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:016099-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收
邮编：100084 电子邮箱：jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
电话：010-62770175-4608/4409 邮购电话：010-62786544

教材名称：现代通信原理（上册）——信息传输的基本原理

ISBN：978-7-302-13777-1

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大和产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新其教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平电子信息类专业课程教材。目前,工程型和应用型学科专业电子信息类专业课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的电子信息类专业教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业电子信息教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型电子信息类专业课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点:

(1) 系列教材主要是电子信息学科基础课程教材,面向工程技术应用培养。本系列教材在内容上坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调工程实践和应用环节。电子信息学科历经了一个多世纪的发展,已经形成了一个完整、科学的理论体系,这些理论是这一领域技术发展的强大源泉,基于理论的技术创新、开发与应用显得更为重要。

(2) 系列教材体现了电子信息学科使用新的分析方法和手段解决工程实际问题。利用计算机强大功能和仿真设计软件,使得电子信息领域中大量复杂的理论计算、变换分析等变得快速简单。教材充分体现了利用计算机解决理论分析与解算实际工程电路的途径与方法。

(3) 系列教材体现了新技术、新器件的开发应用实践。电子信息产业中仪器、设备、产品都已使用高集成化的模块,且不仅仅由硬件来实现,而是大量使用软件和硬件相结合方法,使得产品性价比很高,如何使学生掌握这些先进的技术、创造性地开发应用新技术是本系列教材的一个重要特点。

(4) 以学生知识、能力、素质协调发展为宗旨,系列教材编写内容充分注意了学生创新

能力和实践能力的培养,加强了实验实践环节,各门课程均配有独立的实验课程和课程设计。

(5) 21 世纪是信息时代,学生获取知识可以是多种媒体形式和多种渠道的,而不再局限于课堂上,因而传授知识不再以教师为中心,以教材为惟一依托,而应该多为学生提供各类学习资料(如网络教材,CAI 课件,学习指导书等)。应创造一种新的学习环境(如讨论,自学,设计制作竞赛等),让学生成为学习主体。该系列教材以计算机、网络和实验室为载体,配有多种辅助学习资料,提高学生学习兴趣。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校电子信息工程型规划教材编委会

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

随着通信工程学科的飞速发展,相关的通信理论也不断更新充实,其应用也越来越广泛。广大读者迫切需要一本适应学科发展和教学改革要求的高水平的教科书。本套教材正是朝着这个目标所作的努力和尝试。

本套教材共分上、下两册,全面介绍现代通信系统的基本原理、基本性能和分析方法以及现代通信系统中的最新的相关技术。本套书将传统的通信原理讲授的内容大部分安排在了上册,把新的技术知识和部分加深的内容安排在了下册。这样的安排一方面是从信息传输的角度很好地将原理和技术分开,更能保证知识的逻辑性和连贯性;另外也便于读者了解通信原理课程的体系结构及内在联系,更方便组织教学。上册书主要讲述信息传输系统的基本原理。全书分为7章,包括绪论、预备基础知识、随机信号分析、模拟调制系统、模拟信号数字化和数字信号的基带传输和频带传输系统。下册书主要讲述信息传输的相关技术,分为6章,包括数字信号的最佳接收、同步原理、信源编码、信道编码、先进的通信技术和通信网概论。

在上册书中,第1章是本书的绪论,介绍了通信系统的基本知识,包括通信系统的组成和分类、信号与信息、信道与噪声等,为后续的学习奠定必要的基础。为了读者学习时可以方便地查阅到有关的基础知识,本书第2章介绍预备知识,其中涉及了信号的频谱分析、信号的能量和功率以及卷积和相关运算等重要的基础知识。通信系统的一个特性就是存在不确定性。这种不确定性一部分是由于系统中不可避免地存在着噪声,另一个主要原因是由于信息本身的不可预测性。因此对通信系统的分析需要使用概率与随机过程的分析方法。第3章着重介绍随机过程的分析方法及其在通信系统中的应用。

从第4章开始进入通信系统原理的具体论述。模拟调制技术是学习调制原理的基础,所以在本书中仍然以一章的篇幅对其进行介绍,但重点是对其性能的分析。数字通信是目前的主流方向,本书从模拟信号的数字化开始,共分三章详细介绍了数字信号的基带传输和频带传输原理。并在第7章的结尾对数字调制技术在现代通信中的改进和发展进行了论述。使得读者可以在掌握了基本理论后对最新的进展有所了解。

在下册书中,重点放在了信息传输的相关技术领域。

由于信道特性的不理想以及信道中存在噪声等不利因素,都将直接作用到接收端,从而对信号接收产生影响,因此,对于一个通信系统的质量而言,接收系统的性能非常关键。第8章以接收问题作为研究对象,着重分析从噪声中如何用最好的策略提取有用信号,即着重讨论数字信号最佳接收的基本原理以及基本方法。

无论是模拟通信系统或是数字通信系统,都要解决一个重要的实际问题——收发双方的同步。同步问题关系到通信能否正常进行并直接影响通信质量的好坏。第9章分别介绍了载波同步、位同步、群同步(帧同步)和网同步等理论知识。

第10章和第11章分别介绍了信源编码和信道编码的有关内容。第10章首先介绍了编码基本概念,然后介绍了无记忆信源等长编码、不等长编码的方法;阐述了无失真信源编码定理(即香农(Shannon)第一定理);最后给出最佳无失真信源编码的具体方法。第11章首先介绍了纠错编码的常用方法,接着论述了几种常用的简单信道编码,详细介绍了线性分组码、循环码、卷积码和Turbo码的有关原理的实现方法。

第12章选择了现代通信中几个常见的数字通信技术进行介绍。包括交换技术、扩频通信、正交频分复用(OFDM)技术和多址技术四部分内容。

最后第13章论述了有关通信网的基础知识,包括通信网的分类、组成及功能、网络体系结构、传输协议以及几种专用通信网,电话网、数据网和移动通信网的基本概念和原理以及有关NGN的发展情况。

作为高等教育电子信息类的核心技术基础课教材,本书在编写中遵循以下的原则。本书既介绍模拟通信,又介绍数字通信,但以数字通信为主。既讲述通信系统的基本知识和基本原理,又注重通信技术在实际系统中的应用,特别注意吸收新技术和新的通信系统。本书讲述力求简明透彻,重点突出。书中大量的数学推导和计算以小字体呈现,既不影响课堂的重点讲授,又方便读者参考阅读时的需要;教材的宏观体系是,先基础知识,后系统介绍;先模拟通信系统,后数字通信系统;先基本原理学习,后相关技术介绍。每章后设有思考题和习题,便于教师组织教学和学生自学。

本套书参考学时为80学时,上册、下册各占一半,非常适合短学期制的高校使用。选用本书作为教材可根据具体情况自由取舍,灵活讲授。如先修课已学过《高频电子线路》的,模拟调制系统一章可以少讲或不讲;教材中打*的章节或内容属加深、拓宽内容,可以不讲或少讲。

李颖洁编写了本书上册的第1章的1.1节和第3章,以及下册的第12章和第13章;邹雪妹编写了本书上册的第2章、第4章和第5章;赵恒凯编写了本书上册的第6章和第7章,以及下册的第9章;余小清负责编写了上册的第1章的1.2节和1.3节,以及下册的第8章、第10章和第11章。郑国莘教授审阅了全书。

作者在编写本书和承担上海大学精品课程“通信原理”的课程建设中得到了学校教务处、通信与信息工程学院的关心和支持,教材的出版还受到了学校教材编写的资助,在此向他们表示衷心的感谢!在本书的编写过程中始终得到了上海大学副校长汪敏教授、通信与信息工程学院副院长郑国莘教授、副院长陈泉林副教授的热情关心和支持,在本书出版之际,谨向几位教授致以最诚挚的谢意。

此外,还有很多朋友和同学积极参与到了教材的资料搜集和整理活动中。上海电信的张智宏工程师和中兴通讯上海研究所的臧美燕工程师为本书下册的第12章和第13章编写了部分内容并提供了大量的资料。上海大学的石菁、郭利敏、王修远、顾晓辉、董欣、胡文潇、刘曾生、朱春妍、浦明煌、陈智琼、马磊、许丽红、丁祥、贾俊等同学以及2004级通信8班的全体同学为本书的资料搜集、电子版的排版等方面做了大量的工作,在此也向他们表示感谢。

本书既适于各类高校通信、电子、计算机应用等专业作为教材选用,也可作为成人高等学校有关专业参考教材,还可供IT类专业工程技术人员参考。限于作者的水平,不妥及错误之处在所难免,恳切希望读者给予批评指正。

编者

2007年3月于上海大学

《现代通信原理(下册)——信息传输的相关技术》目录

第8章 数字信号的最佳接收技术

- 8.1 数字信号最佳接收的基本概念
- 8.2 最佳接收准则
- 8.3 确知信号的最佳接收
- 8.4 随相信号的最佳接收机*
- 8.5 起伏信号的最佳接收*
- 8.6 实际接收机与最佳接收机的性能比较
- 8.7 匹配滤波器
- 8.8 最佳基带传输系统

思考题

习题

第9章 同步原理

- 9.1 引言
- 9.2 载波同步
- 9.3 位同步
- 9.4 群同步
- 9.5 扩频同步
- 9.6 网同步

思考题

习题

第10章 信源编码

- 10.1 引言
- 10.2 信源的无失真编码原理
- 10.3 最佳无失真信源编码方法

思考题

习题

第11章 信道编码

- 11.1 信道编码的基本概念
- 11.2 线性分组码
- 11.3 循环码
- 11.4 卷积码
- 11.5 Turbo 码*

思考题

习题

第12章 先进的数字通信技术

- 12.1 引言
- 12.2 交换技术
- 12.3 扩频通信
- 12.4 OFDM 技术
- 12.5 多址技术

思考题

第13章 通信网

- 13.1 引言
- 13.2 通信网理论基础
- 13.3 电话通信网
- 13.4 数据通信网
- 13.5 移动通信网
- 13.6 下一代网络 NGN*

思考题

参考文献

21 世纪高等学校电子信息工程型规划教材

已出版教材

数字信号处理——原理与实践(方勇 编著)

电磁场基础(钟顺时 编著)

现代通信原理(上册)——信息传输的基本原理(李颖洁 等编著)

现代通信原理(下册)——信息传输的相关技术(余小清 等编著)

光纤通信简明教程(袁国良 等编著)

即将出版教材

电路分析基础(邹国良 等编著)

电路、信号与系统实验教程(邹国良 等编著)

模拟电子技术基础(徐晓夏 等编著)

通信电子线路(侯丽敏 等编著)

信号与系统(彭章友 等编著)

移动通信(赵东东 编著)

概率论与随机过程(石海 等编著)

微波技术基础(杨雪霞 等编著)

信息科学与电子工程专业英语(王朔中 编著)

DSP 原理及应用教程(薛雷 等编著)

数字信号处理——原理与实践学习指导与习题详解(方勇 编著)

更详细的教材介绍请登录清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 查询。

联系人: 魏江江 E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn 电话: 010-62770175-4604

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.1.1 通信过程	1
1.1.2 通信系统类型	3
1.1.3 通信系统主要性能指标	5
1.2 信息及其度量	6
1.2.1 离散信源的信息度量	6
1.2.2 离散信源的熵	9
1.2.3 连续信源的熵(相对熵)	12
1.3 通信信道及噪声	12
1.3.1 信道的分类及特性	12
1.3.2 信道中的噪声	16
1.3.3 信道容量的概念	18
思考题	23
习题	23
第 2 章 预备基础知识	25
2.1 引言	25
2.2 信号的频谱分析	25
2.2.1 傅里叶级数	25
2.2.2 傅里叶变换	27
2.2.3 常用信号的频谱	28
2.3 能量和功率	31
2.3.1 信号能量与能量谱密度	32
2.3.2 信号功率与功率谱密度	32
2.4 卷积和相关	34
2.4.1 卷积积分	34
2.4.2 相关函数	35
2.5 信号带宽	38

2.6 希尔伯特变换	39
习题	42
第3章 随机信号分析	48
3.1 引言	48
3.2 随机变量	48
3.2.1 基本概念	48
3.2.2 概率分布	49
3.2.3 数字特征	51
3.3 随机过程	52
3.3.1 基本概念	53
3.3.2 平稳随机过程	55
3.3.3 各态历过程	57
3.3.4 平稳随机过程的相关函数	59
3.3.5 高斯过程	60
3.4 平稳随机过程谱分析	61
3.4.1 功率谱密度函数	61
3.4.2 平稳随机过程功率谱的主要性质	63
3.4.3 功率谱密度与自相关函数——维纳-辛钦定理	63
3.5 窄带随机过程	65
3.5.1 基本概念	65
3.5.2 窄带随机过程的数学表示	66
3.5.3 零均、平稳高斯窄带过程的统计特性	67
3.5.4 正弦波加窄带高斯过程	69
3.5.5 宽带过程——白噪声	70
3.6 随机过程通过线性系统	72
3.6.1 线性系统分析(简单回顾)	72
3.6.2 平稳随机过程通过线性系统	72
* 3.7 马尔科夫过程	74
3.7.1 基本概念	74
3.7.2 马尔科夫序列	75
3.7.3 马尔科夫链	76
3.7.4 应用举例	76
思考题	77
习题	77
第4章 模拟调制系统	79
4.1 引言	79

4.2 幅度调制原理	79
4.2.1 幅度调制的一般模型	79
4.2.2 常规调幅	80
4.2.3 抑制载波的双边带调幅	81
4.2.4 单边带调制	81
4.2.5 残留边带调制	83
4.3 幅度调制系统的抗噪声性能	85
4.3.1 幅度调制系统抗噪声性能的分析模型	85
4.3.2 DSB 调制系统的抗噪声性能	86
4.3.3 SSB 调制系统的抗噪声性能	87
4.3.4 AM 调制系统的抗噪声性能	89
4.4 角度调制原理	92
4.4.1 角度调制信号的数学表达式	92
4.4.2 角度调制信号的频谱结构与带宽	93
4.5 角度调制系统的抗噪声性能	94
4.6 频分复用	100
思考题	102
习题	102
第 5 章 模拟信号数字化	107
5.1 引言	107
5.2 抽样定理	107
5.2.1 低通型信号抽样定理	108
5.2.2 带通型信号抽样定理	110
5.2.3 自然抽样与平顶抽样	111
5.3 量化与信号量化噪声功率比	113
5.3.1 均匀量化	113
5.3.2 非均匀量化	115
5.4 脉冲编码调制	120
5.4.1 PCM 编码原理	121
5.4.2 PCM 系统的抗噪声性能	126
5.5 差分脉冲编码调制	130
5.6 增量调制	132
5.6.1 增量调制原理	132
5.6.2 增量调制系统中的量化噪声	134
5.6.3 增量调制系统的抗噪声性能	135
5.7 时分复用	136

5.7.1 时分复用原理	137
5.7.2 时分多路数字电话通信系统	138
思考题	142
习题	143
第6章 数字基带传输系统	146
6.1 引言	146
6.2 基带传输的常用码型	147
6.3 基带信号的频谱特性	149
6.4 无码间干扰的基带传输	154
6.4.1 基带传输模型	154
6.4.2 基带接收信号的定性分析	154
6.4.3 无码间干扰的基带传输特性	155
6.5 部分响应系统	159
6.6 基带传输系统抗噪声性能及眼图	164
6.6.1 基带传输系统抗噪声性能	164
6.6.2 眼图	167
6.7 均衡	168
6.8 扰码和解扰	172
思考题	173
习题	174
第7章 数字信号的频带传输	177
7.1 引言	177
7.2 二进制数字调制系统	178
7.2.1 二进制幅度键控	178
7.2.2 二进制移频键控	181
7.2.3 二进制移相键控及二进制差分相位键控	184
7.3 二进制数字调制系统的抗噪声性能	189
7.3.1 2ASK 系统的抗噪声性能	189
7.3.2 2FSK 系统的抗噪声性能	190
7.3.3 2PSK 及 2DPSK 的抗噪声性能	192
7.4 二进制数字调制系统的比较	195
7.5 多进制调制系统	196
7.5.1 多进制数字振幅调制	196
7.5.2 多进制数字频率调制	197
7.5.3 多进制数字相位调制	198

7.5.4 振幅相位联合键控	200
7.6 数字调制技术在现代通信中的改进和发展	202
7.6.1 交错正交相移键控	202
7.6.2 最小频移键控	203
7.6.3 高斯最小频移键控	205
7.6.4 正弦频移键控	206
7.6.5 平滑调频	206
7.6.6 无码间串扰和相位抖动的交错正交四相相移键控	206
思考题	207
习题	207
参考文献	209

第 1 章 绪 论

1.1 引言

当今,通信已经渗透到了社会生活的方方面面,人们日常使用的电话、收音机、电视机、连接网络的计算机等都是通信技术的现实体现。当代生活中,交通、运输、气象预报乃至日常购物,无一不需要通信的支持。可以毫不夸张地说,通信构成了当今社会生活的神经系统,就像人离不开自己的大脑,没有通信的世界将难以想象。

1.1.1 通信过程

1. 定义

一般地说,通信就是成功地将信息从一地传输到另一地的过程。通信的目的是实现消息的有效传输和交换。消息具有不同的形式,例如:语言、文字、数据、图像、符号等。随着社会的发展,消息的种类越来越多,人们对传递消息的要求也越来越高。通信系统中传输的具体对象是消息,而消息的传送是通过信号来进行的,如红绿灯信号、电压与电流信号等。信号是消息的载体。在各种各样的通信方式中,利用“电信号”来承载消息的通信方法称之为电通信,这种通信具有迅速、准确、可靠等特点,而且几乎不受时间、地点、空间、距离的限制,因而得到了飞速发展和广泛应用。如今,在自然科学中,“通信”与“电通信”几乎是同义词了。本书中所说的通信,均指电通信。据此,通信可以定义为:利用电子等技术手段,借助电信号(含光信号)实现从一地向另一地进行消息的有效传递。

通信从本质上讲就是实现信息传递功能的一门科学技术,它要将有用的信息无失真、高效率地进行传输,同时还要在传输过程中将无用信息和有害信息抑制掉。当今的通信不仅要有效地传递信息,而且还要具有存储、处理、采集及显示等功能,通信已成为信息科学技术的一个重要组成部分。

2. 通信的目的

1820年,安培(A. M. Ampère)发明电报通信,标志着近代通信技术的开始。到1844年,当美国人摩尔斯(Samuel Morse)鼓动美国国会架设了第一条电报线路,从华盛顿(Washing D. C.)到巴尔的摩(Baltimore, Maryland),发出了第一条电报——What Hath God Wrought(上帝究竟干了什么?),电报通信被推向实际应用,通信也开始了它漫长的历史进程。从摩尔斯发明电码开始,通信技术已经发展了100多年,通信作为电子学中最古老的一门学科,在漫长的一个世纪里,人们一直在研究和关注的问题是什么?虽然涉及通信系统的质量指标有很多,但以信息传输为根本目的的通信系统要解决的两个最根本的问题是

有效性和可靠性。

所谓有效性是指通信的效率问题,即如何在有限的通信资源条件下尽可能多地传输信息;可靠性是指通信的质量问题,即如何保证信息无失真地传输到目的地。两者缺一不可,但又相互矛盾,在实际设计通信系统时,必须兼顾考虑。本章 1.1.3 节将针对具体的性能指标进行介绍。

3. 通信系统模型

不考虑通信过程的具体形式,一般通信系统包括如图 1.1.1 所示的几个主要的部分。信息源、发送器、信道、接收器和受信者组成了一般的通信系统。其中发送器、信道和接收器是系统的核心部分。信息源将要传输的消息转换为电信号,发送器负责将此电信号转换为适合信道传输的发送信号。然而发送信号经过信道时总是不可避免地要受到信道特性的影响,同时还有噪声和其他干扰叠加到信道输出信号上,因此在接收端就必须有接收器来对接收信号进行恢复和重建,以使得受信者(用户)可以识别。

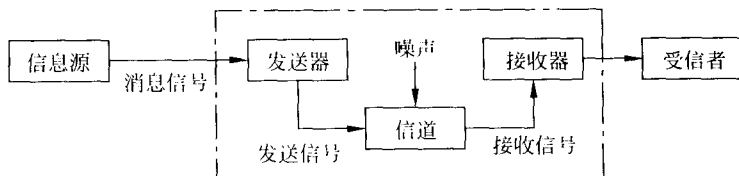


图 1.1.1 通信系统模型

以 Internet 网络上 NetMeeting 为例,要传送的信息是语音,信息源是话筒(将通话者的语音信号转换为原始电信号),发送器是计算机,信道是网络(电缆、电话线等),接收器是计算机,受信者是扬声器(音箱,耳机等),噪声源是系统内的电磁噪声等的总和。

4. 通信模式

通信模式有很多,但最基本的有以下两种。

- 广播(broadcasting): 这种通信模式下,发送端是单个功能强大的发送设备,而接收端是多个价格相对低廉的接收机。这种模式下,信息流是单向的,即由发送端到接收端。例如,广播和电视都是采用的这种通信模式。
- 点对点通信(point to point communication): 指通信过程发生在一个发送器和一个接收器之间的链路上。例如,电话就是典型的点对点通信模式。本书主要学习的就是这种通信模式的工作原理,它是其他通信模式的基础。

按消息传送的方向与时间的关系,点对点通信又可分为单工、半双工及全双工通信。所谓单工通信是指消息只能单方向传输的工作方式,如遥控器;半双工通信是指通信双方都能收发信息,但不能同时进行收发的工作方式,如使用同一载频工作的无线电对讲机;而全双工通信是指通信双方可同时进行收发消息的工作方式,如人们生活中使用的普通电话就是最常见的全双工通信方式。

数字通信中,按照数字信号码元排列方法不同,有串行和并行传输两种。

例如,计算机中的串口(com 口)和并口(打印机 LPT1)通信。计算机内部多采用并行传输,而远距离通信多采用串行传输。目前非常流行的 USB 接口采用的是新的串行总线技术。