

本书配有电子课件



现代通信技术概论

XIANDAI TONGXIN JISHU GAILUN

刘莞健 主编
吴 韬 潘苏娟 孙加林 编写



国防工业出版社

National Defense Industry Press

现代通信技术概论

刘芑健 主编
吴 韬 潘苏娟 孙加林 编写

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材内容共6章。第1章概述现代通信网与支撑技术(包含介绍在通信应用中必备的数学知识);第2章讲述均匀传输线理论与天线;第3章讲述微波中继通信系统;第4章讲述卫星通信系统;第5章讲述光纤通信系统的基本原理和发展趋势;第6章讲述移动通信系统的分类和工作方式。

本书适合作为普通高校非通信专业(如计算机工程类、管理工程类、机械类、化工类、经济类等)本科生、研究生的专业选修课或公共选修课教材,或对通信技术感兴趣的有关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信技术概论/刘芑健主编. —北京:国防工业出版社,2010.6

ISBN 978-7-118-06870-2

I ①现... II ①刘... III. ①通信技术
IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 079195 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 9 字数 209 千字

2010年6月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

通信技术迅猛发展,为人类文明和社会生活带来了巨大的变化,现代社会也成为信息化社会,为了适应信息时代发展的要求,有必要了解和掌握现代通信技术基础知识和发展趋势,通信技术因此成为高等院校各个相关专业必备知识结构的重要组成部分之一。

对于大部分非通信专业的理工科学生来说,学习现代通信技术课程欠缺一些通信基础理论知识,很难深入去进行学习,加上不了解常见的通信专业术语,学习起来特别吃力。目前,也有不少现代通信技术教材,但是适合广大非通信专业的理工科学生的几乎没有。因此,十分有必要根据新的通信网络架构和各类先进的通信技术来组织编写新的通信技术教材,同时要兼顾非通信专业的理工科学生的特点,这也是编者在多年教学中的愿望所在。本书是编者在南京邮电大学从事“现代通信技术”教学的基础上,针对非通信专业的理工科学生的特点和通信技术知识的发展,结合自己多年的教学经验编写而成。

本教材正是为了适应现代通信技术发展的需要而编写的,其总体目标是通过“现代通信技术”课程教学内容的深入研究,打造一本适合非通信专业的理工科学生学习通信技术的通俗教程。在介绍现有的通信技术的同时,重点强调了编码、统计等数学知识在通信中的应用,并通过举例将许多通信中的问题揭示出来对应数学模型的问题,这是本书的一大特色,旨在使读者了解通信知识的同时,激发学生学习通信学科的兴趣,从而拓宽非通信专业学生的知识面。

本教材的主要特点有以下三点:

(1) 强调数学知识在通信中的应用,不仅使读者了解通信技术,同时也能够深刻理解一些通信中的结论如何用数学的理论去解释,进而更好地应用这些结论,并且激发读者学习自然科学的兴趣和原动力。

(2) 突出通信技术的现代特点,当前通信技术迅猛发展,本教材将本学科最先进的通信技术直接反映到教材中去,如移动通信技术、3G 通信技术等,从而拓宽学生的知识面。

(3) 着重通信技术涉及相关概念的理解,每一章都安排一节专门介绍各种通信技术在实际中的应用,采用案例和生动活泼的事实解释某些抽象的术语,并借助于当今大学生常见的通信业务来理解通信技术。

本教材内容共6章,其中第1章概述现代通信网与支撑技术(包含介绍在通信应用中必备的数学知识);第2章讲述均匀传输线理论与天线;第3章讲述微波中继通信系统;第4章讲述卫星通信系统;第5章讲述光纤通信系统的基本原理和发展趋势;第6章讲述移动通信系统的分类和工作方式。

本书可作为高等院校理工科本科高年级学生了解通信知识的初级使用教材或教学参考书,建议课堂学时数为48学时~80学时,在进行不同专业或不同层次的教学安排时可根据情况进行相应的学时调整和内容取舍。

本教材由刘芫健主编,其中第1章和第5章由吴韬编写,第3章和第4章由潘苏娟编写,第2章和第6章由孙加林编写,全书由刘芫健策划与统稿。

由于作者水平有限,加上现代通信技术包罗万象,难免以偏概全,如有不足之处,敬请同行和读者批评指正。

作者

2010年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 通信系统与通信网	3
1.2 通信网的基本知识	6
1.2.1 通信系统的基本模型	6
1.2.2 通信网的定义和构成	6
1.2.3 现代通信网的分层结构	7
1.2.4 通信网的组网结构	8
1.2.5 通信网的质量要求	9
1.3 现代通信系统与通信网的主要研究内容	9
1.4 现代通信网的发展	11
1.5 数学在通信中的应用	12
1.5.1 通信中的几个基本概念	12
1.5.2 编码技术	12
1.5.3 密码学	14
1.6 概率与统计基础	17
1.6.1 概率的定义	17
1.6.2 概率的运算法则	17
1.6.3 二维随机变量及其分布函数	19
1.6.4 随机过程	19
本章小结	22
习题	23
第2章 均匀传输线理论与天线的基本概念	24
2.1 均匀传输线方程及其解	24
2.1.1 传输线概念	24
2.1.2 均匀传输线方程	24
2.1.3 均匀传输线方程的稳态解	26
2.2 传输线的阻抗与状态参数	27
2.3 无耗传输线的状态分析	29
2.4 阻抗匹配	32

2.4.1	阻抗匹配的概念	32
2.4.2	阻抗匹配的方法	33
2.5	基本振子的辐射	34
2.5.1	电流元的辐射	34
2.5.2	磁流元的辐射	36
2.5.3	惠更斯元的辐射	37
2.6	天线的电参数	37
2.6.1	方向图	38
2.6.2	方向性系数	39
2.6.3	天线增益	40
2.6.4	天线的阻抗特性	40
2.6.4	天线的效率	41
2.6.6	天线的极化	41
2.6.7	天线的有效长度和有效面积	42
2.6.8	天线的频带宽度	42
2.6.9	接收天线的等效噪声温度	43
2.7	接收天线的理论	43
2.7.1	接收天线的原理	43
2.7.2	天线收发的互易性	44
2.7.3	极化匹配	44
2.7.4	有效面积	45
2.7.5	等效噪声温度	45
2.8	无线传播环境及其特性	45
2.8.1	电波的自由空间传播	45
2.8.2	电波传播的路径损耗预测	46
2.9	多址技术	46
2.9.1	多址的基本原理	46
2.9.2	FDMA 技术	47
2.9.3	TDMA 技术	48
2.9.4	CDMA 技术	50
2.10	均匀传输线理论与天线在实际中的应用	51
	本章小结	53
	习题	54
第3章	微波中继通信系统	55
3.1	微波中继通信的概念	55
3.1.1	微波中继概述	55

3.1.2 微波中继通信的特点	56
3.2 微波中继通信系统的组成	56
3.3 微波中间站的转接方式	57
3.4 数字微波中继通信系统设计中的若干问题	57
3.4.1 波道的设置	58
3.4.2 射频波道配置	58
3.4.3 射频波道的频率再用	59
3.4.4 微波通信中的备份与切换	60
3.4.5 监控与勤务信号	60
3.5 微波传播特性与微波线路设计	61
3.5.1 微波的传播特性	61
3.5.2 微波线路设计	61
3.6 数字微波中继设备	62
3.6.1 数字微波端站的组成部分	62
3.6.2 数字微波收发信设备的技术指标	63
3.7 微波中继通信系统的应用	64
本章小结	65
习题	65
第4章 卫星通信系统	66
4.1 卫星通信概述	66
4.1.1 卫星通信的概念及其发展	66
4.1.2 卫星通信系统的分类	67
4.1.3 卫星通信的工作频率	68
4.1.4 卫星通信的特点	68
4.2 通信卫星和地球站	69
4.2.1 卫星通信系统组成	69
4.2.2 通信卫星	69
4.2.3 地球站	71
4.3 卫星通信系统的技术体制	72
4.3.1 卫星通信系统的多址技术	72
4.3.2 卫星通信系统的新技术	73
4.4 卫星通信在实际当中的应用	74
本章小结	75
习题	75
第5章 光纤通信系统	76
5.1 光纤通信概述	76

5.1.1 光纤发展简史	76
5.1.2 光纤通信的概念	76
5.2 光纤和光缆	77
5.2.1 光纤的结构与分类	77
5.2.2 光纤的导光原理	80
5.2.3 光纤的传输特性	85
5.3 光纤传输设备	88
5.3.1 光纤通信系统基本结构与特点	88
5.3.2 光发送机与光接收机	90
5.4 光纤通信系统的现状与发展	95
5.4.1 光缆工程的现状	95
5.4.2 光缆工程的特点	95
5.5 光纤的发展趋势	96
5.6 光纤通信在现代的应用	96
5.6.1 光纤接入网	96
5.6.2 光纤局域网	97
本章小结	98
习题	98
第6章 移动通信系统	100
6.1 移动通信系统概述	100
6.1.1 移动通信的概念	100
6.1.2 移动通信的特点	100
6.1.3 移动通信的工作方式	101
6.1.4 移动通信系统业务	102
6.2 移动通信中无线电波的传播特性	103
6.2.1 三类损耗	103
6.2.2 四种效应	103
6.2.3 时延扩展与相干带宽	105
6.2.4 邻道干扰、同频干扰、互调干扰	106
6.3 移动通信组网技术	106
6.3.1 蜂窝通信系统的概念	107
6.3.2 蜂窝通信系统的特征	108
6.3.3 蜂窝移动通信系统的组成	109
6.3.4 蜂窝通信系统组网原则	110
6.4 数字移动通信中话音编码和调制技术	110
6.4.1 话音的编码技术	110

6.4.2 调制与解调技术	112
6.5 模拟蜂窝公用移动通信系统	113
6.5.1 蜂窝通信系统的发展	113
6.5.2 模拟蜂窝系统的组成	114
6.5.3 模拟蜂窝通信系统的缺点	115
6.6 数字蜂窝公用移动通信系统	115
6.6.1 GSM 通信系统	115
6.6.2 CDMA 通信系统	118
6.6.3 第三代移动通信系统	120
6.6.4 新一代移动通信技术	123
6.7 现代移动通信在现实中的应用	126
6.7.1 移动通信事业的飞速发展	126
6.7.2 3G 和其他通信系统的不同之处	128
本章小结	131
习题	131
参考文献	133

第1章 绪 论

首先从一个有趣的通信与数学结合实际的例子开始讲起,试问需要多少颗同步卫星才能实现全球通呢?下面用简单扼要的数学知识就可以得到清晰而正确的答案。

将通信卫星发射到赤道的上空,使它位于赤道所在的平面内。如果卫星自西向东绕地球飞行一周的时间正好等于地球自转一周的时间,那么,它始终在地球某一个位置的上空,即相对静止的。这样的卫星称为地球同步卫星。

现在来计算该卫星的电波所能覆盖的地球的表面积。为简化问题,把地球看成一个球体,且不考虑其他天体对卫星的影响。卫星覆盖地面示意图如图 1.1 所示。

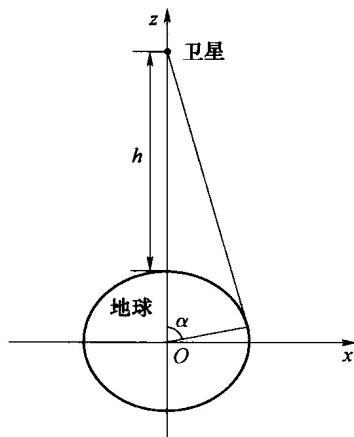


图 1.1 卫星覆盖地面示意图

已知地球半径 R 为 6371km,地球自转的角速度 $\omega = \frac{2\pi}{24 \times 3600}$,由于卫星绕地球飞行一周的时间正好等于地球自转一周的时间,因此, ω 也就是卫星绕地球飞行的角速度。

先确定卫星离地面的高度 h 。要使卫星不会脱离其预定轨道,卫星所受地球的引力必须与它绕地球飞行所受的离心力相等,即

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = m\omega^2(R+h)$$

式中: M 为地球的质量; m 为卫星的质量; G 为引力常量。由于重力加速度(即在地面的单位质量所受的引力) $g = \frac{GM}{R^2}$,那么,从上式得

$$(R+h)^3 = \frac{GM}{\omega^2} = \frac{GM}{R^2} \cdot \frac{R^2}{\omega^2} = g \frac{R^2}{\omega^2}$$

于是,有

$$h = \sqrt[3]{g \frac{R^2}{\omega^2}} - R$$

将 $R = 6371000$, $\omega = \frac{2\pi}{24 \times 3600}$, $g = 9.8$ 代入上式,就得到卫星离地面的高度为

$$h = \sqrt[3]{9.8 \times \frac{6371000^2 \times 24^2 \times 3600^2}{4\pi^2}} - 6371000 \approx 36000000(\text{m}) = 36000(\text{km})$$

为计算卫星的电波所覆盖地球表面的面积,取地心为坐标原点。取过地心与卫星中心、方向从地心到卫星中心的有向直线为 z 轴(如图 1.1 所示,为简明起见,只画出了 xz 平面),则卫星的电波所覆盖的地球表面的面积为

$$S = \iint_{\Sigma} dS$$

式中: Σ 是上半球面 $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ ($z \geq 0$) 上满足 $z \geq R \cos \alpha$ 的部分,即利用第一曲面积分的计算公式得

$$S = \iint_D \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} dx dy = \iint_D \frac{R}{\sqrt{R^2 - x^2 - y^2}} dx dy$$

式中: D 为 xy 平面上区域 $\{(x, y) | x^2 + y^2 \leq R^2 \sin^2 \alpha\}$ 。利用极坐标变换,得

$$S = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R \sin \alpha} \frac{R}{\sqrt{R^2 - r^2}} r dr = 2\pi R (-\sqrt{R^2 - r^2}) \Big|_0^{R \sin \alpha} = 2\pi R^2 (1 - \cos \alpha)$$

因为 $\cos \alpha = \frac{R}{R+h}$, 所以有

$$S = 2\pi R^2 \frac{h}{R+h} = 2\pi \times 6371000^2 \times \frac{36000000}{6371000 + 36000000} = 2.16575 \times 10^{14} (\text{m}^2) = 2.16575 \times 10^8 (\text{km}^2)$$

下面再看一个有趣的现象。由于

$$S = 2\pi R^2 \frac{h}{R+h} = 4\pi R^2 \cdot \frac{h}{2(R+h)}$$

且 $4\pi R^2$ 正是地球的表面积,而

$$\frac{h}{2(R+h)} = \frac{36000000}{2(6371000 + 36000000)} \approx 0.4248$$

因此,卫星的电波覆盖了地球表面 $1/3$ 以上的面积。于是,从理论上说,只要在赤道上空使用 3 颗相间 $2\pi/3$ 的通信卫星,它们的电波就可以覆盖几乎整个地球表面,全球通的愿望就可以实现了。

从上面这个有趣的实际例子可以知道,抽象的通信问题其实一点都不难懂,只要大家具备一定的大学数学基础并深入学习,其中的奥秘就能了如指掌,完全可以学习并掌握好

这门课程。

本章主要讲述现代通信网与支撑技术,其中包含介绍在通信中常用的数学基础知识。

1.1 通信系统与通信网

1. 通信的基本含义

人类社会建立在信息交流的基础上,通信是推动人类社会文明、进步与发展的巨大动力。从远古时代到现代文明社会,人类社会的各种活动与通信密切相关,特别是当今世界已进入信息时代,通信已渗透到社会各个领域,通信产品随处可见。通信已成为现代文明的标志之一,对人们日常生活和社会活动及发展起着日益重要的作用。

一般来说,通信是指从一地向另一地进行消息的有效传递。满足此定义的例子很多,如打电话,是利用电话(系统)来传递消息;两个人之间的对话,是利用声音来传递消息;古代的“消息树”、“烽火台”和现代仍使用的“信号灯”等,则是利用光的方式来传递消息。

通信的目的是传递消息,消息具有不同的形式,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和手段也越来越高。通信中消息的传送是通过信号来进行的,如红绿灯信号、狼烟、电压、电流信号等。信号是消息的载荷者。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,不妨对通信重新定义: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称为通信。

通信从本质上讲就是实现信息传递功能的一门科学技术,它将有用的信息无失真、高效率地进行传输,同时还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。通信系统就是用以完成信息传输过程的技术系统的总称。

2. 通信系统的分类

1) 按通信业务分类

按通信业务分,通信系统有话务通信和非话务通信。电话业务在电信领域中一直占主导地位,它属于人与人之间的通信。近年来,非话务通信发展迅速,主要是分组数据业务、计算机通信、数据库检索、电子信箱、电子数据交换、传真存储转发、可视图文及会议电视、图像通信等。由于电话通信最为发达,因而其他通信常常借助于公共的电话通信系统进行。

2) 按调制方式分类

根据是否采用调制,可将通信系统分为基带传输和频带(调制)传输。基带传输是将未经调制的信号直接传送,如音频市内电话。频带传输是对各种信号调制后传输的总称。调制方式很多,表 1.1 列出了一些常见的调制方式。

表 1.1 常见调制方式

调制方式			用途
连续模拟调制	线性调制	常规双边带调制	广播
		抑制载波双边带调幅	立体声广播
		单边带调幅 SSB	载波通信、无线电台、数传
		残留边带调幅 VSB	电视广播、数传、传真
	非线性调制	频率调制 FM	微波中继、卫星通信、广播
		相位调制 PM	中间调制方式
脉冲数字调制	数字调制	幅度键控 ASK	数据传输
		相位键控	数据传输
		相位键控 PSK、DPSK、QPSK 等	数据传输、数字微波、空间通信
		其他高效数字调制 QAM、MSK 等	数字微波、空间通信
	脉冲模拟调制	脉幅调制 PAM	中间调制方式、遥测
		脉宽调制 PDM (PWM)	中间调制方式
		脉位调制 PPM	遥测、光纤传输
	脉冲数字调制	脉码调制 PCM	市话、卫星、空间通信
		增量调制 DM	军用、民用电话
		差分脉码调制 DPCM	电视电话、图像编码
		其他语言编码方式 ADPCM、APC、LPC	中低速数字电话

3) 按信号特征分类

按照信道中所传输的是模拟信号还是数字信号，相应地把通信系统分成模拟通信系统和数字通信系统。

4) 按传输媒质分类

按传输媒质分，通信系统可分为有线通信系统和无线通信系统两大类。有线通信是用导线(如架空明线、同轴电缆、光导纤维、波导等)作为传输媒质完成通信的，如市内电话、有线电视、海底电缆通信等。无线通信是依靠电磁波在空间传播达到传递消息的目的的，如短波电离层传播、微波视距传播、卫星中继等。

5) 按工作波段分类

按通信设备的工作频率不同可分为长波通信、中波通信、短波通信、远红外线通信等。表 1.2 列出了通信使用的频段、常用的传输媒质及主要用途。

表 1.2 通信波段与常用传输媒质

频率范围	波长	符号	传输媒质	用途
3Hz ~ 30kHz	$10^4 \text{ m} \sim 10^8 \text{ m}$	甚低频 VLF	有线线对长波无线电	音频、电话、数据终端长距离导航、时标
30kHz ~ 300kHz	$10^3 \text{ m} \sim 10^4 \text{ m}$	低频 LF	有线线对长波无线电	导航、信标、电力线通信
300kHz ~ 3MHz	$10^2 \text{ m} \sim 10^3 \text{ m}$	中频 MF	同轴电缆短波无线电	调幅广播、移动陆地通信、业余无线电

(续)

频率范围	波长	符号	传输媒质	用途
3MHz ~ 30MHz	10m ~ 10 ² m	高频 HF	同轴电缆短波无线电	移动无线电话、短波广播定点军用通信、业余无线电
30MHz ~ 300MHz	1m ~ 10m	甚高频 VHF	同轴电缆米波无线电	电视、调频广播、空中管制、车辆、通信、导航
300MHz ~ 3GHz	10cm ~ 100cm	特高频 UHF	波导分米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、雷达
3GHz ~ 30GHz	1cm ~ 10cm	超高频 SHF	波导厘米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、雷达
30GHz ~ 300GHz	1mm ~ 10mm	极高频 EHF	波导毫米波无线电	雷达、微波接力、射电天文学
107GHz ~ 108GHz	3 × 10 ⁻⁵ cm ~ 3 × 10 ⁻⁴ cm	紫外可见光红外	光纤激光空间传播	光通信

工作波长和频率的换算公式为

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 (\text{m/s})}{f(\text{Hz})}$$

式中： λ 为工作波长； f 为工作频率； c 为光速。

6) 按信号复用方式分类

传输多路信号有三种复用方式，即频分复用、时分复用和码分复用。频分复用是用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围；时分复用是用脉冲调制的方法使不同信号占据不同的时间区间；码分复用是用正交的脉冲序列分别携带不同信号。传统的模拟通信中都采用频分复用，随着数字通信的发展，时分复用通信系统的应用越来越广泛，码分复用主要用于空间通信的扩频通信中。

3. 通信系统中的通信技术

通信技术主要包括光通信技术及设备、无线通信技术及设备、计算机技术、多媒体通信技术、通信网技术、电路与系统、运营支撑系统、通信电子技术等。

下面先简单介绍一下几种通信技术：

(1) 光纤通信。利用光导纤维传送信息的光波通信技术。

(2) 卫星通信。利用人造地球卫星作为中继站来转发或反射无线电波，在两个或多个地球站之间进行通信的技术。

(3) 移动通信。移动体与固定地点或者是移动物体之间通过有线或者无线的方式进行通信。

(4) 计算机网络通信。利用计算机，通过各种传输媒质和传输方法进行信息传递的通信。

(5) 多媒体通信。综合了多种媒体信息间的通信，它是通过现有的各种通信网来传输、转储和接收多媒体信息的通信方式，几乎覆盖了信息技术领域的所有范畴，包括数据、音频和视频的综合处理和应用技术，其关键技术是多媒体信息的高效传输和交互处理。

(6) 无线通信。利用电磁波信号可以在自由空间中传播的特性进行信息交换的一种通信方式,为了能够区分不同的信号,通常以信号的频率来做标志,因此在无线通信技术中频率是非常重要的资源。世界各国都有相关的无线电管理部门来负责管理本国的无线频率资源,建设使用无线通信的网络都需要经过这些部门的审批,并购买一定范围频率资源的使用权才可以开始运营。唯有如此,才能保证各种使用无线信号的行业之间不会互相冲突,各自在规定的频率范围内工作。

本书将在后面的章节重点介绍卫星通信、光纤通信、移动通信、微波中继通信等技术。

1.2 通信网的基本知识

1.2.1 通信系统的基本模型

实现信息传递所需的一切技术设备和传输媒质的总和称为通信系统。以基本的点对点通信为例,通信系统的组成(通常也称为一般模型)如图 1.2 所示。

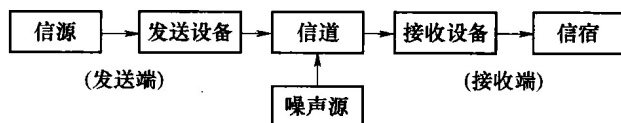


图 1.2 通信系统的一般模型

(1) 信源(信息源,也称发终端)。它的作用是把待传输的消息转换成原始电信号,如电话系统中电话机可看成是信源。信源输出的信号称为基带信号。基带信号是指没有经过调制(进行频谱搬移和变换)的原始电信号,其特点是信号频谱从零频附近开始,具有低通形式。根据原始电信号的特征,基带信号可分为数字基带信号和模拟基带信号,相应地,信源也分为数字信源和模拟信源。

(2) 发送设备。它的基本功能是将信源和信道匹配起来,即将信源产生的原始电信号(基带信号)变换成适合在信道中传输的信号。变换方式是多种多样的,在需要频谱搬移的场合,调制是最常见的变换方式;对传输数字信号来说,发送设备又常常包含信源编码和信道编码等,在本章的后面部分将详细介绍数学在信源、信道编码中的应用。

(3) 信道。信号传输的通道,可以有线的,也可以是无线的,甚至还可以包含某些设备。图中的噪声源,是信道中的所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合。

(4) 接收设备。接收设备的功能与发送设备相反,即进行解调、译码、解码等。它的任务是从带有干扰的接收信号中恢复出相应的原始电信号来。

(5) 信宿(也称受信者或收终端)。它是将复原的原始电信号转换成相应的消息,如电话机将对方传来的电信号还原成了声音。

1.2.2 通信网的定义和构成

1. 定义

通信网是由一定数量的节点(包括终端节点、交换节点)和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起的,按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系。信息

在网上通常以电或光信号传输,因而现代通信网又称电信网。而在通信网中交换的信息主要有用户信息(如话音、数据、图像等)、控制信息(如信令信息、路由信息等)、网络管理信息。

2. 通信网的构成要素

通信网是由软件和硬件按特定方式构成的一个通信系统。其中硬件由终端节点、交换节点、业务节点和传输系统构成,而软件则包括信令、协议、控制、管理、计费等。在硬件中,终端节点是用户与通信网络之间的接口设备,如电话机、传真机、计算机、视频终端和PBX等。其主要功能有用户信息的处理、信令信息的处理。交换节点是通信网的核心设备,如电话交换机、分组交换机、路由器、转发器等。

交换节点的主要功能有(图 1.3)用户业务的集中和接入功能、交换功能、信令功能、其他控制功能。

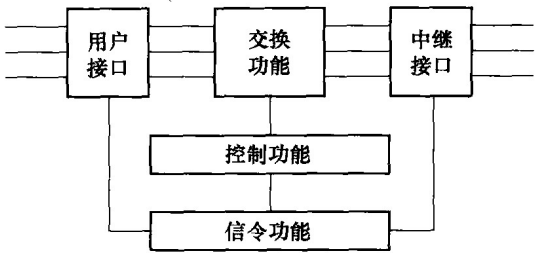


图 1.3 交换节点的基本功能结构

业务节点通常由连接到通信网络边缘的计算机系统、数据库系统组成,如智能网中的业务控制节点(SCP)、智能外设、语音信箱系统,以及 Internet 上的各种信息服务器等。其主要功能有实现独立于交换节点的业务的执行和控制,实现对交换节点呼叫建立的控制,为用户提供智能化、个性化、有差异的服务。

传输系统为信息的传输提供传输信道,是完成信息传输的介质和设备的总称。传输系统的硬件包括线路接口设备、传输媒介、交叉连接设备等。

1.2.3 现代通信网的分层结构

通信网是指由一定数量节点(包括终端设备和交换设备)和连接节点的传输链路相互有机地组合在一起,以实现两个或者多个规定点间信息传输的通信体系。

传统的通信网由传输、交换和终端三大部分组成。传输和交换部分组成通信网络,传输部分为网络链路(Link),交换部分为网络节点(Node)。但随着用户需求的多样化和网络业务的发展,通信网络体系变得越加复杂和庞大,因此,为了清晰描述现代通信网络的结构,引入网络分层的概念。

从纵向分层的观点来看,可根据不同的功能将网络分解为多个功能层,如开放系统互连(OSI)七层模型。

现代通信网络是复杂的,可以从不同的角度来看,会对网络有不同的理解和描述。下面先介绍两种描述。

(1) 垂直描述。从功能上将网络分为信息应用、业务网和接入与传送网。垂直分层