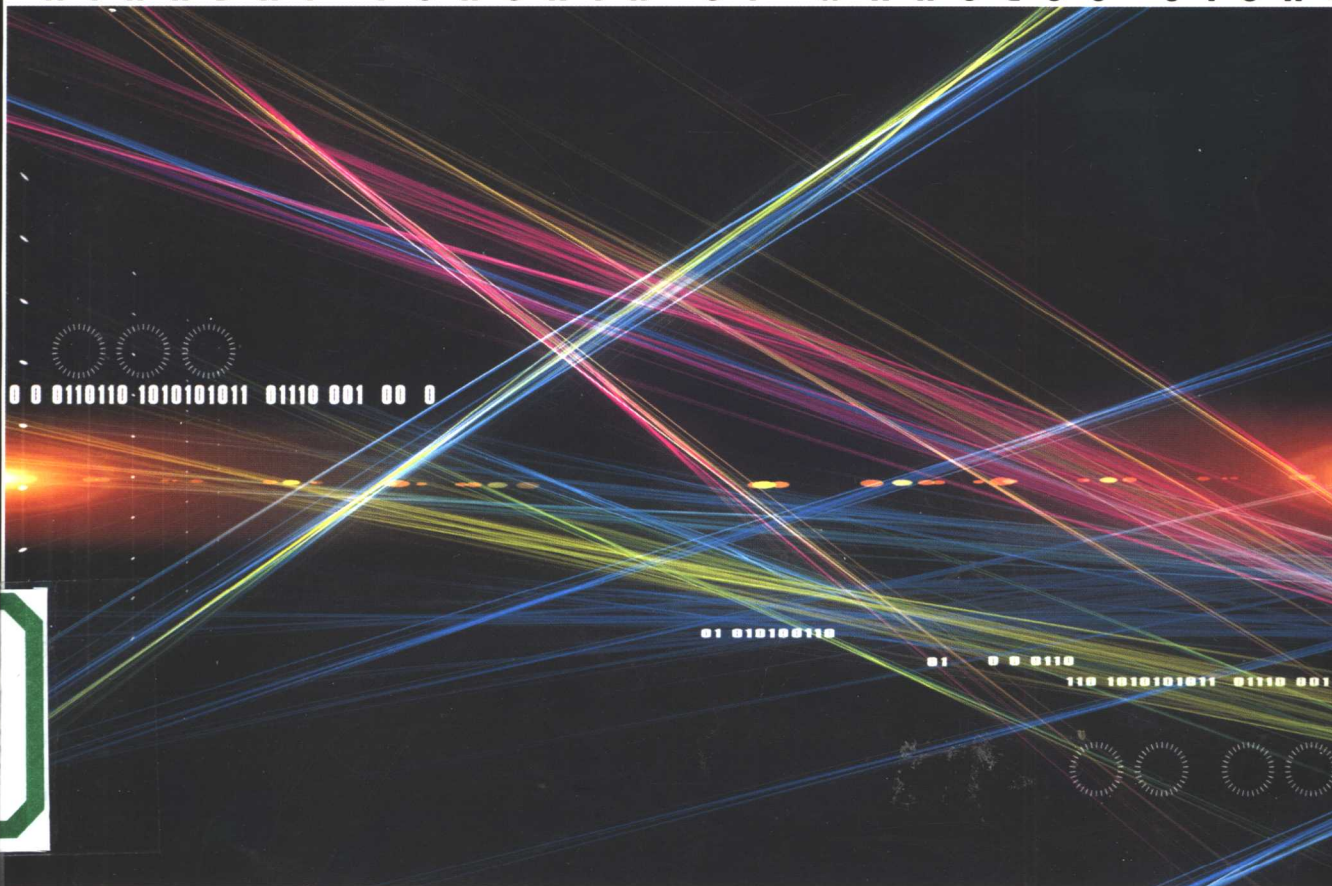


现代通信及网络技术

孙允标 王志刚 编著
赵俊阁 薛丽敏

X I A N D A I T O N G X I N J I W A N G L U O J I S H U



国防工业出版社

National Defense Industry Press

现代通信及网络技术

孙允标 王志刚 编著
赵俊阁 薛丽敏

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书全面系统地阐述了现代通信和网络的基本原理、系统构成及主要技术问题。全书共9章,在介绍通信概念的基础上,又分别沿着通信与网络两条主线进行了更深入的知识讲解。主要内容涉及超短波通信、移动通信、卫星通信、电信网、数据网、计算机通信网、宽带综合业务数字网和CDMA。

本书内容新颖,覆盖面广。各章内容既相对独立,又可贯穿起来,形成了通信与网络技术的完整体系。本书可供从事现代通信工程技术的研究、开发、工程建设和管理的人员阅读使用,也可作为相关专业的院校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信及网络技术 / 孙允标等编著. —北京:国防
工业出版社,2005.7
ISBN 7-118-03994-2

I. 现... II. 孙... III. ①通信技术②计算机网络
IV. ①TN91②TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 067014 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 100044)

源中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16¼ 382千字
2005年7月第1版 2005年7月北京第1次印刷
印数:1—4000册 定价:26.00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

通信是人类社会传递信息、交流思想和传播文化的一种必不可少的手段,它作为人类相互交往联系的桥梁和纽带,缩小了空间,节约了时间,使人们可以大步跨越时空,成为社会发展的强大推进器。

当今世界信息产业逐步成为第一大产业,信息领域的竞争是全球竞争的核心。谁拥有先进发达的信息技术,谁就能跻身于世界先进民族之林,在激烈的国际竞争中保持领先地位;反之,如果在信息技术的掌握和运用上不占优势,就难以稳操胜券。作为传输、交换信息的现代通信技术,通信在电子信息领域中起着中坚作用,是社会发展中不可替代的角色。

作者在多年科研和教学工作经验的基础上,不断追踪国内外通信及网络技术的发展,为满足广大通信工程及网络工作者、爱好者的需求,特编写此书。

本书从通信和网络两条主线出发,较为全面地概括了现代通信和网络的基本原理、系统结构及主要技术问题,内容丰富、覆盖面广。全书内容新颖、条理清楚、连贯性好。各章内容相对独立,又可贯穿起来形成通信与网络的完整体系。本书在编写过程中,力求深入浅出、论述简明、通俗易懂。书中避免过深、过繁的理论推导及过细的技术分析,侧重于概念的说明和整个系统的形成。

全书共分9章。第1章简要概述了通信的基本概念,介绍了通信信号、通信线路和通信方式。基本按照各类通信特点、主要技术和系统概念进行论述及分析。第2章~第4章分别介绍了超短波通信、移动通信和卫星通信。第5章~第8章介绍了电信网、数据网、计算机通信网和宽带综合业务数字网。第9章介绍了第三代移动通信系统CDMA。

本书由孙允标总策划。赵俊阁编写了第1章、第2章、第4章,薛丽敏编写了第3章、第5章,王志刚编写了第6章、第7章,张琪编写了第8章,周立兵编写了第9章。在本书的编写过程中,得到了许多同行的关心与帮助。傅子奇、刘可提出了许多宝贵的建议,朱婷婷、柳景超、王志锋承担了书中图表的绘制与校对,张景生为本书的出版付出了辛勤的劳动。在此,对他们的大力支持与帮助,表示衷心的感谢。

编者

2005年6月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 通信基本概念	1
1.1.1 通信的发展历史	1
1.1.2 各类通信及所使用的频段	2
1.1.3 通信系统的模型	3
1.1.4 通信系统的分类	4
1.1.5 通信系统的质量要求	6
1.1.6 标准化组织	7
1.2 通信信号	8
1.2.1 模拟信号	9
1.2.2 数字信号	9
1.2.3 数字信号的基本形式	10
1.2.4 数字信号的码型	11
1.2.5 数字信号的传输	12
1.2.6 字符代码	12
1.3 通信线路	13
1.3.1 通信媒体	13
1.3.2 电路类型	16
1.4 通信方式	17
1.4.1 单工通信	17
1.4.2 半双工通信	17
1.4.3 全双工通信	18
习题	18
第 2 章 超短波通信	20
2.1 超短波通信的历史发展概述	20
2.2 超短波通信中的基本概念	22
2.2.1 通信方式	23
2.2.2 传输速率	24
2.2.3 频带利用率	25
2.2.4 可靠性指标	25
2.2.5 灵敏度与稳定度	26

2.3	超短波通信基础知识	27
2.3.1	无线电波波段的划分	27
2.3.2	无线电波的传播形式	27
2.4	超短波通信系统简介	29
2.4.1	超短波通信系统的组成	29
2.4.2	超短波电台的发射	33
2.4.3	超短波电台接收原理和典型电路	35
2.5	军事领域中超短波通信的应用	39
2.5.1	超短波通信军事应用的现状	39
2.5.2	未来超短波通信发展的趋势展望	42
	习题	44
第3章	移动通信	47
3.1	基本概念	47
3.1.1	移动通信的发展史	47
3.1.2	移动通信的特点	48
3.1.3	移动通信的工作方式	49
3.2	移动通信系统	51
3.2.1	移动通信系统的分类	51
3.2.2	移动通信系统的组成	54
3.2.3	无线电频谱管理与使用	55
3.3	移动通信网	60
3.3.1	网络基本结构	60
3.3.2	信道分配	61
3.3.3	信令方式	62
3.4	交换技术	63
3.4.1	信道监控	63
3.4.2	位置登记	64
3.4.3	呼叫过程	64
3.4.4	信道切换	65
3.5	GSM 移动通信系统	68
3.5.1	数字化原因	68
3.5.2	数字化的内容与效果	68
3.5.3	移动信道的数字信号传输	69
3.5.4	GSM 系统结构与业务功能	70
3.5.5	接口	75
3.5.6	业务功能介绍	78
3.6	机房设计	79
3.6.1	机房设计简介	79

3.6.2	机房的建筑设计要求	79
3.6.3	机房的供电设计要求	80
3.6.4	机房的照明采光设计要求	82
3.6.5	机房的空调通风设计要求	82
3.6.6	消防设计要求	83
3.6.7	防雷接地系统设计要求	84
习题	85
第4章	卫星通信	87
4.1	基本概念	87
4.1.1	卫星通信系统的定义	87
4.1.2	卫星通信的特点	88
4.1.3	卫星通信的发展概况	89
4.2	卫星通信系统的组成	90
4.2.1	系统的组成及基本原理	90
4.2.2	通信卫星	92
4.2.3	地面站	95
4.3	卫星通信的技术分析	96
4.3.1	卫星通信工作频段的选择	97
4.3.2	卫星通信的信道分配技术	97
4.3.3	卫星通信的多址方式	98
4.4	卫星通信系统	103
4.4.1	卫星调频通信系统	104
4.4.2	数字卫星通信系统	104
4.4.3	卫星数据分组通信系统	105
4.4.4	VSAT 卫星通信系统	108
4.4.5	低轨道移动卫星通信系统	109
4.4.6	国际海事卫星通信系统	110
习题	113
第5章	电信网	116
5.1	电话网	116
5.1.1	电话网的网络结构	117
5.1.2	电话网的编号计划	119
5.1.3	电话用户环路和中继线路	119
5.1.4	高速电信网络系统的结构	120
5.1.5	下一代电信网络	121
5.2	综合业务数字网	122
5.2.1	ISDN 的概述	122

5.2.2	ISDN 的网络功能	124
5.2.3	ISDN 的编号计划和终端选择	126
5.2.4	ISDN 的信令系统	128
5.2.5	ISDN 的网间互通	130
5.3	电信管理网	133
5.3.1	电信管理网的含义及发展过程	133
5.3.2	电信管理网的结构	133
5.3.3	TMN 的功能	135
	习题	136
第 6 章	数据网	138
6.1	概述	138
6.2	分组交换网	140
6.2.1	X.25 协议简介	140
6.2.2	分组交换网的构成	149
6.2.3	分组交换网的互联	157
6.3	帧中继网络	159
6.3.1	帧中继的发展及其特点	159
6.3.2	帧中继的体系结构及标准	163
6.3.3	帧中继的协议分析	166
	习题	170
第 7 章	计算机通信网	172
7.1	概述	172
7.1.1	计算机网络的形成与发展	172
7.1.2	计算机网络的主要功能	172
7.1.3	计算机通信网的分类	173
7.1.4	局域网的定义及特性	174
7.1.5	局域网的传输介质	176
7.1.6	IEEE 802 标准	177
7.1.7	局域网数据链路层	178
7.2	计算机局域网	183
7.2.1	IEEE 802.3 标准:以太网	183
7.2.2	IEEE 802.5 标准:令牌环局域网	189
7.2.3	IEEE 802.4 标准:令牌总线局域网	194
7.2.4	总线网与令牌总线网、令牌环网的比较	195
7.3	广域网	196
7.3.1	公用电话网	196
7.3.2	公用分组交换数据网	197

7.3.3	数字数据网	199
7.3.4	帧中继	200
7.3.5	综合业务数字网和 ATM	201
7.4	网络互联	201
7.4.1	中继器	201
7.4.2	网桥	202
7.4.3	路由器	203
7.4.4	网关	203
	习题	204
第 8 章	宽带综合业务数字网	206
8.1	B-ISDN 综述	206
8.1.1	从 N-ISDN 到 B-ISDN	206
8.1.2	基于 ATM 的 B-ISDN 特性	207
8.1.3	B-ISDN 网络体系结构	208
8.1.4	B-ISDN 用户/网络接口参考配置	210
8.1.5	B-ISDN 提供的业务	212
8.2	B-ISDN 协议参考模型	214
8.2.1	B-ISDN 与 N-ISDN 的不同点	214
8.2.2	B-ISDN 协议参考模型	215
8.3	ATM 技术	216
8.3.1	ATM 信元	216
8.3.2	ATM 分层结构	216
8.3.3	ATM 交换机制	220
8.3.4	ATM 的网络环境	221
	习题	221
第 9 章	CDMA	223
9.1	CDMA 的发展	223
9.1.1	CDMA 的发展背景	223
9.1.2	CDMA 国际标准的发展历程	224
9.1.3	IS-95 CDMA 技术的发展趋势	228
9.1.4	CDMA 存在的问题	229
9.2	CDMA 系统提供的电信业务	229
9.2.1	用户终端业务	230
9.2.2	承载业务	230
9.2.3	补充业务	230
9.2.4	CDMA 常用术语	232
9.3	窄带 CDMA 基本原理与网络规划	233

9.3.1	CDMA 的基本概念	233
9.3.2	DS - CDMA 基本单元	234
9.3.3	CDMA 个人通信系统的总体设计	235
9.3.4	无线网络规则	238
9.3.5	蜂窝移动网特点	242
9.3.6	CDMA 关键技术	243
9.3.7	网络参考模型	244
9.3.8	交换网络规则	244
9.4	宽带 CDMA 及信道	246
9.4.1	反向宽带 CDMA 信道	247
9.4.2	前向宽带 CDMA 信道	249
	习题	255
附录	各章习题答案	256

第 1 章 概 论

1.1 通信基本概念

人类在长期的社会活动中需要不断地交往和传递信息,这种传递信息的过程就叫做通信。在古代,通信的方式非常简单,人与人之间的交往主要是靠手势和表情来实现的。但随着科技的日益发展,通信这一概念无论从手段、方法、内容、还是技术上来说,都产生很大变化,已经形成了一门独立的学科。特别是在已步入信息时代的今天,通信技术、电子技术、计算机技术、自动控制技术和人工智能等高新技术紧密结合,广泛地应用于社会各个方面,已经成为人们生活中不可缺少的组成部分,并且在国民经济中扮演着越来越重要的角色。

1.1.1 通信的发展历史

通信是人类社会发展的基础,是推动人类社会进步的巨大动力,纵观通信的发展历程,主要分为以下 3 个阶段。

第一阶段为语音和文字通信阶段。在这一阶段中,人们除了面对面地交谈外,还通过人力、马力以及烽火台等原始通信手段传递信息。从技术角度分析,听技术、视技术与光通信技术,已渗透到通信中,但通信方式仍然很简单,通信内容较为单一,并且受环境、距离等自然条件的限制较大,在某些情况下无法被广泛应用。

第二阶段为电通信阶段。该阶段是从 19 世纪 30 年代莫尔斯发明电报后开始的。电通信的基本原理是通过导线中有无电流的流动来传递消息的,这给通信技术的发展奠定了良好的基础。在 19 世纪 70 年代,人们又利用电磁感应原理发明了电话机。这样,利用电磁波(或电流)不仅可以传输文字,还可以传输语音,由此大大加快了通信的发展进程,丰富了通信的内容。接着,1864 年麦克斯韦创立了电磁辐射理论,并被当时的赫兹加以证明,促成人们在 19 世纪末期发明出简单的无线电收发设备,从而开创了无线电通信发展的道路。

第三阶段为电子信息阶段。自 1907 年电子管问世以来,通信便进入电子信息时代。在这一时期,电子管发展成为晶体管,广播、电视、传真技术的逐步出现与发展,使得通信手段日益更新,通信内容日趋丰富,不仅语音、文字可以作为传递消息的对象,音乐、图片、图像、报纸等也纳入了通信的范畴。

随着通信事业的飞速发展,人们对通信科学理论的研究也日渐深入。20 世纪 30 年代—50 年代,相继形成了调制理论、信号和噪声理论、信号检测理论、信息理论、信源统计特性理论和纠错编码理论等,使通信理论和技术更加学科化。特别是脉冲编码技术(PCM)的出现,为数字通信开辟了新的领域,同时也为从模拟通信转换为数字通信提供了有效的方法,进一步丰富了语音通信、图像通信的技术内容。

从 20 世纪 40 年代起,通信进入了一个蓬勃发展的时期,其典型特点是研制出了晶体管和集成电路,它们使得电子计算机的出现成为可能。另外,雷达技术和微波通信的发展、光纤通信和卫星通信的发展,都为通信朝着宽带化、综合化和个人化的方向发展奠定了良好的基础。现代通信正在为人类开辟一种新的通信前景,即多媒体通信。它使人们能够将数据、文字、声音和图像等信息综合在一起,在任何时间、任何地点与任何人进行各种业务的个人通信。

1.1.2 各类通信及所使用的频段

从通信的发展简史可以看出,通信实现的基础是不同频率电流(或电磁波)的传输。按照电流(或电磁波)在不同媒介中的传输,通信可以分为有线通信和无线通信两大类。无论对于上述哪种通信,其工作频段都有很大不同。因而,对工作频段进行合理选择以实现不同的通信目的,并保证其可靠性和有效性的要求,是十分重要的问题。

1. 有线通信

有线通信是指利用各种导线作为信道来传输信号的一种通信方式,一般用于有线通信的传输媒体有架空明线、电缆及光纤等。有线通信的特点是除需传输媒介外,每隔一定距离需设置增音器或中继器等放大设备,以便增补信号沿导线传输时所产生的衰耗,同时,在接收端要增加校正设备以减少邻路频率串音干扰及噪声。

2. 无线通信

无线通信是依靠自由空间来传输电磁波的通信方式。为了使电磁波在自由空间中传播得更远,需要采用频率很高的振荡波来传送。这样,在发送端需要有一个能产生很高频率振荡波的高频发射机,并通过天线把振荡波发送出去;在接收端设置接收机,并利用天线来接收信号。因而,发射机、接收机和发/收天线就构成了无线信道。无线信道有长波、中波、短波和微波之分。卫星通信是一种特殊的微波中继系统,其中继站就设在卫星上,卫星通信具有广播能力,能供多个地面站接收一组数据信息。

3. 通信频率的分段

关于通信频率的分段应从以下几个要素加以考虑。对于有线通信,应考虑通信线路的传输特性、最低和最高截止频率、频率衰耗特性及相移特性、线路参数的稳定性等;对于无线通信,则应注重考虑各种不同波长电磁波的传输特点,以及天线尺寸使用的合理性等。

综合上述因素考虑,表 1.1 给出了各类通信所使用的频段划分。其中表示频率 f 与波长 λ 之间的变换公式为

$$\lambda = v/f$$

式中 v 为电磁波在自由空间中的传播速度,其值接近于光速 $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

需要说明的是,民用广播占用 2 个频段 MF 和 HF,它们采用的是调幅制。若采用调频广播,因为所需的频带宽,故要占用 VHF 频段。电视也是占用两个频段,即 VHF 和 UHF。长距离无线通信(特别是国际定点通信),过去占用 HF 频段,随着对通信质量要求的提高,近代改用微波接力或卫星通信,因此占用的频段为 SHF。与此类似,移动通信也从过去的调幅制 MF 频段改为调频制 VHF 频段,它要求的通信距离不长。海底通信采用频率最低的 ELF 频段,它利用了电磁波在水中传输的有利条件,故尽管频率低,也能远距离传输。

表 1.1 各类通信使用的频段

频段/Hz	名称	波长/m	主要应用场合
30 ~ 300	特低频(ELF)	$10^7 \sim 10^6$	海底通信,电报
0.3k ~ 3k	音频(VF)	$10^6 \sim 10^5$	数据终端,实线电话
3k ~ 30k	甚低频(VLF)	$10^5 \sim 10^3$	导航,电报电话,频率标准
30k ~ 300k	低频(LF)	$10^4 \sim 10^3$	导航,电力通信
0.3M ~ 3M	中频(MF)	$10^3 \sim 10^2$	广播,业余无线电通信,移动通信
3M ~ 30M	高频(HF)	$10^2 \sim 10$	国际定点通信,军用通信,广播
30M ~ 300M	甚高频(VHF)	$10 \sim 1$	电视,调频广播,移动通信
0.3G ~ 3G	超高频(UHF)	$1 \sim 10^{-1}$	电视,雷达,遥控遥测
3G ~ 30G	极高频(SHF)	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	卫星和空间电信,微波接力
30G ~ 300G	特高频(EHF)	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	射电天文,科学研究

在有线通信方面,直流电报采用的频率最低,其次是实线电话,由于不需要任何调制,故属于基带信号传输。在数据通信中,也可以利用一个话音频带来传送 $300\text{b/s} \sim 9600\text{b/s}$ 的数据信号,当采用频分制多路复用时,随着复用能力的提高,所输出的复用信号频谱范围可以从 VLF 频段扩展到 VHF 频段。对于时分脉冲编码多路复用系统,其信号频谱甚至可以扩展到 UHF 频段。对于甚低频(VLF)信号,由于其频率稳定度很高,适合于作导航或频率标准用;雷达需要方向性好,则可采用 UHF 频段;光通信所用的频段已经超出 EHF 频段的范围。

需要指出的是,表 1.1 所列的频段划分是比较粗的,更详细的划分由国际标准化组织负责。同样,在国内也有相应的部门,如国家无线电管理委员会,即专门协调各种用途的频率分配的组织,它们在分配频率时,既要考虑到实际应用,又要综合考虑频率使用有效性及电磁污染问题。

1.1.3 通信系统的模型

随着科学技术的不断发展,人们传递信息的手段也在不断进步。从本质上说,无论是电话、电报、图像、计算机还是短波与移动通信等,都可以抽象地概括为图 1.1 所示的一般通信系统模型。下面就通信系统模型中的各个组成部分及其功能予以简单介绍。

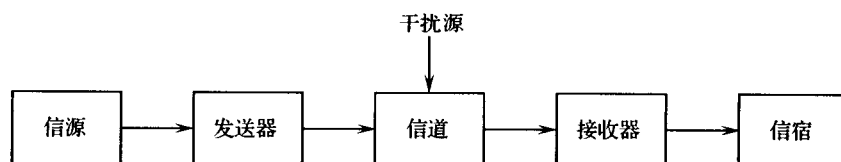


图 1.1 通信系统一般模型

1. 信源

顾名思义,是信息产生的源泉。它可以是人或者机器,所发出的信息可以是多种多样的,如语音、文字、图像、数据等,这些信息可以是离散的,也可以是连续的。

2. 发送器

发送器有很多种类型,所要完成的功能也很多,例如,调制、放大、滤波、发射等,在数

字通信系统中还要编码。一般地,发送器含有与传输线路匹配的接口,其基本作用是将信源发出的信息转换成一种便于传输的信号,即所谓的编码。对于模拟和数字通信系统,发送器的功能有很大的不同。

3. 信道

信道是传递信息的通道,又是传递物质信号的设施,信道可以是明线、电缆、波导、光纤、无线电波等。

4. 干扰源

它是整个系统噪声与干扰的总折合,用以表征信息在信道中传输时遭受的干扰情况。对于任何通信系统来说,干扰的性质与大小都是影响系统性能的重要因素。

5. 接收器

其作用与发送器的作用相反,主要是将信道中的信号接收下来,并将其转换成与发送时物理形式相同的信息,再传给信宿,即完成所谓的译码过程。接收器的基本要求是,能够从受干扰的信号中最大限度地提取信源输出的信息,并尽可能复现信源的输出。

6. 信宿

它是信息传输过程中的接收者,即接收消息的人或机器。

需要指出的是,图 1.1 所示的通信系统是一个一对一的单向通信系统,实际的通信系统往往是双向的。另外,当有多个信源对多个信宿进行通信时,为了有效地利用线路,通常要在信道中加入交换设备,这也就构成了通信网络。此外,还应指出的是,图 1.1 是适于各类通信系统的一个抽象模型,它概括地反映了各种通信系统的共性,根据研究对象与研究问题的不同,有不同形式的具体通信系统的模型。

1.1.4 通信系统的分类

如前所述,通信系统所传输的消息是多种多样的,但是,就其特性来说,都可以分为两类,连续消息与离散消息。连续消息又称模拟消息,它是指状态连续变化的消息,如语音信号和图像信号等;离散消息又称数字消息,是指状态变化为可数或离散型的消息,如符号、文字和数据等。通常,人们所说的信息就蕴藏在这些被传递的消息之中。既然通信系统的作用就是用来传递信息的,那么,在传递时,代表各种消息的语音、文字、图像或编码都必须换成电信号才能被传递给收信者。所以,不难建立这样一个概念:信息寄寓于消息之中,消息又以电信号作为载体。

依据用来传递消息的电信号有模拟信号与数字信号之分,通信系统可以分为模拟通信、数字通信两大类。

1. 模拟通信

模拟通信是指在通信系统中所传输的是模拟信号。具体的模拟通信系统的框图如图 1.2 所示。图中,信源传出的是模拟信号,即其状态变化为连续的图形。发送器被简化为调制器,接收端设备简化为解调器。事实上,图 1.2 中还应放大、滤波、变频等过程,这里将它们都合并到信道中去,以强调调制在模拟通信系统中的重要作用。因为从根本上说,只有调制和解调才对信号的变换起着决定性作用,并且是保证通信质量的关键。

模拟通信系统按其调制方式的不同可分为,连续调制系统和脉冲调制系统。连续调制系统包括振幅调制(Amplitude Modulation, AM)系统、单边带(Single Sideband, SSB)调制系

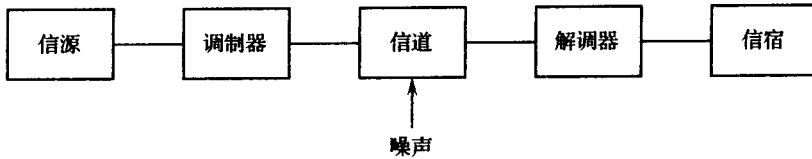


图 1.2 模拟通信系统框图

统、频率调制(Frequency Modulation, FM)系统、相位调制(Phase Modulation, PM)系统等。脉冲调制系统包括脉冲幅度调制(Pulse Amplitude Modulation, PAM)系统、脉冲相位调制(Pulse Phase Modulation, PPM)系统和脉冲宽度调制(Pulse Wide Modulation, PWM)系统等。

传输模拟信号的信道称为模拟信道。为了扩大通信容量,提高信道的利用率,常采用多路复用的方法,即在同一线路信道中同时传输多路信号。在连续调制系统中多采用频分复用(Frequency Division Modulation, FDM),以实现多路复用;在脉冲调制系统中则采用时间分割复用(Time Division Modulation, TDM)实现多路复用。

模拟通信系统目前在国内外都还有着很多应用,例如,多数的电话和电视通信系统就是其典型的应用。但是随着科学技术的发展和社会需求的变化,各类新型的数字、数据业务正迅速发展,宽带化、智能化、个人化的综合业务数字网络(Broadband Intelligent and Personal Integrated Service Digital Network, BIPISDN)正在逐步走向人们的生活,同时,实现 BIP-ISDN 的首要条件就是要使通信数字化。所以,通信发展的总趋势就是通信方式从模拟通信向数字通信发展。

2. 数字通信

数字通信是指在通信系统内所传输的是二进制或多进制数字信号的一种通信方式。它的主要特点是在实现调制之前要经过两次编码,相应地,在收端解调后也要有两次译码。图 1.3 为数字通信系统的原理框图。

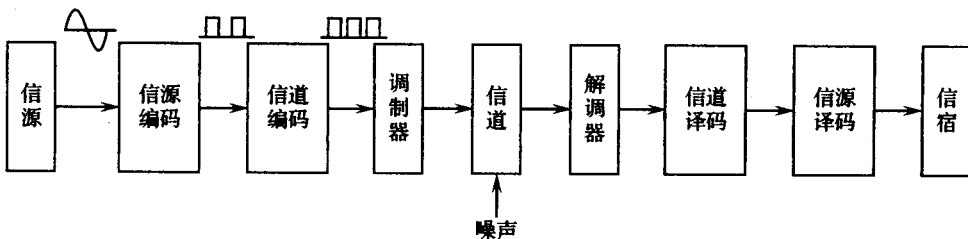


图 1.3 数字通信系统框图

在该图中,信源发出的是模拟信号,信源编码器的作用就是使其经过模拟/数字变换(即 A/D 变换)后,成为数字序列,以适宜在数字系统中的传输。信道编码是对信源的二次编码,其主要目的在于提高数字传输系统的可靠性,实现方法是,将信源编码器输出的数字序列人为地按某种规则加入一些多余码元作为差错控制用的监督码,使得收端能发现错误或自动纠正差错。在接收端,信道译码器、信源译码器与发端信道编码器、信源编码器的作用相反。调制与解调器的作用同图 1.2 模拟通信系统的作用一致,只不过这里采用的是数字调制和解调。另外,需要注意的是,在数字通信系统中,同步的概念是非常重要的,虽然图 1.3 中没有画出同步系统,但却是不能忽视的。因此,与模拟通信系统

相比较,数字系统的组成要复杂得多。

数字通信具有抗干扰能力强、易于保密、灵活性高、设备简单经济、便于集成等特点,近年来发展十分迅速,在通信领域中占有越来越大的比例。特别是随着计算机技术的飞速发展,数字通信可与计算机网络技术完全融合,通信的数字化将成为通信的主导。

3. 数据通信

随着计算机技术的发展和计算机技术与通信技术的紧密结合,在通信领域中又产生了一个分支,即数据通信。所谓数据通信是指信源本身发出的就是数字形式的消息,如电报、计算机数据及指令等。数据通信系统框图与数字通信系统框图类似,仍可用图 1.3 表示。它与数字通信系统之间最大的不同点在于,其信源发出的为数字信号,无需经过模/数转换,而只需考虑对信源进行压缩编码以降低信源的冗余度,提高有效性。

数据通信的信道可以为模拟的,也可以为数字的,特别是在远程通信时多采用模拟方式,这主要是考虑经济的原因,应尽量利用原有信道。但随着数据通信业务的增长,以及对通信速率要求的不断提高,数据通信的信道越来越倾向于宽带化、高速率化,而现有的模拟信道已远远不能满足相应的要求。因此,数据通信和数字通信是密不可分的技术整体,可以说,数字通信是数据通信的技术基础,数据通信是数字通信技术与计算机技术结合的成果。

1.1.5 通信系统的质量要求

通信的基本目的是及时准确地完成传递、交换信息的任务,因此,在衡量和评价一个通信系统的质量指标时,可以从有效性和可靠性两个方面来考虑。

1. 有效性

通信的有效性是指给定信道内所传送信息量的大小。显然,有效性值越高系统的性能越好。

对于模拟通信系统,信息传输的有效性可用有效传输频带来衡量。例如,语音信号的频带是 0.3kHz ~ 3.4kHz,电视信号频带约为 0kHz ~ 4.5MHz,如果采用可传输的语音信号路数(简称话路数)来折合的话,一路电视信道可容纳上千个话路数,所以,传输电视信号要比传输语音信号的有效性低得多。当然,此处没有考虑电视信号所包含的信息量与语音信号信息量的不同,这是不科学的。不过,在一些实际工程中,仍采用这种方法来衡量通信的有效性指标,所传的话路数越多,系统的容量越大,模拟通信的有效性越高。

对于数字通信系统,衡量有效性的指标采用的是信息传输速率 R_b 这一概念,这是由于数字系统中传输的是离散的数字信号,而每秒所传送的码元数(或脉冲数)即为其传信率 R_b ,它的单位是比特/秒(b/s)。例如,传信率 R_b 为 4800b/s 可理解为每秒传送 4800 个二进制的脉冲。

比特是一个度量信息量大小的单位,它定义为在二进制系统中,若无限长的数字序列里,出现“1”和“0”的个数大约相等时,且前后码元彼此独立,则该数字序列中每个码元所携带的信息量就称为 1bit。

2. 可靠性

衡量通信系统性能的又一个重要指标是可靠性。它是指在给定信道内接收到的信息的可靠程度。对于模拟和数字通信系统来说,该指标的衡量方法是不同的。

在模拟通信系统中,可靠性是用系统的输出信噪比来表示的,它是指通信系统输出端信号平均功率与噪声平均功率之比。对于电话信号,一般要求信噪比为 20dB ~ 50dB;对于电视信号,信噪比通常大于 60dB 时才能使画面细节清晰,这说明视觉效果比听觉效果更敏锐。

衡量数字通信系统的可靠性指标叫做误码率,它表示所接收到的数字信号中出现错误的程度。

应该指出,有效性与可靠性是一对相互矛盾的指标,在实际系统中,提高可靠性往往是以牺牲有效性作为代价的,反之亦然。因此,总是考虑在满足一定可靠性指标的前提下,尽可能提高信息的传输速度或在维持一定的有效性指标下,使消息传输的质量尽可能提高。

1.1.6 标准化组织

在高度信息化发展的今天,通信技术发达的国家不断研制和推出新的产品。为了使不同国家、不同地区的产品能够互通,必须制定相同的体系结构和统一的接口标准。在通信与网络界有几个重要的标准化组织,负责这些工作。下面简单介绍有关标准化组织。

1. 国际标准化组织

国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)成立于 1947 年,是世界上最大的国际标准化专门机构。

ISO 的宗旨是在世界范围内促进标准化工作的发展,其主要活动是制定国际标准,协调世界范围内的标准化工作。该组织所制定的标准包罗万象,从螺钉、螺母到电线杆的涂料,并下设近 200 个技术委员会(Technical Committee, TC)来完成各个方面标准的制定工作,每个 TC 对立一个专门科目。例如,TC1 解决螺母与螺钉的匹配问题;TC97 技术委员会是“信息处理系统技术委员会”,负责计算机与信息处理有关标准的制定,TC97 还下设了 16 个分技术委员会和一个直属工作组,其中 SC6 为数据通信分委会,制定了高级数据链路规程(HDLC);SC16 的工作目标是“开放系统互联”,后被改组为 SC21 来解决“开放系统互联的信息检索、传送和管理”等问题。TC97 的标准在网络界具有权威性。

ISO 的标准制定过程要经过 4 个阶段,即工作草案(Working Document, WD)、建议草案(Draft Proposal, DP)、国际标准草案(Draft International Standard, DIS)和国际标准(International Standard, IS)。

2. 国际电信联盟

国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)成立于 1932 年,其前身为国际电报联合会(UTI),UTI 始建于 1865 年。ITU 的宗旨是维护与发展成员国的国际合作以改进和共享各种电信技术;帮助发展中国家大力发展电信事业;通过各种手段促进电信技术设施和电信网的改进与服务;管理无线电频带的分配与注册,避免各国电台的互相干扰。ITU 有 4 个常设机构:总秘书处、国际频率注册委员会、国际无线电咨询委员会和国际电报电话咨询委员会,国际电报电话咨询委员会的法文名称缩写是 CCITT(Comit Consultatif International Telegraphique et Telephonique)。

3. 国际电信联盟——电信标准部

国际电信联盟——电信标准部(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, ITU-T)的前身就是 CCITT,它是一个开发全球电信技术标准的国际