



教育部新世纪网络课程建设工程

● 北京市高等教育精品教材建设项目

通信技术概论

□ 卢孟夏 胡智娟 编
薛永毅 段 丽



高等教育出版社

<http://www.hep.com.cn>
<http://www.hep.edu.cn>

教育部新世纪网络课程建设工程
北京市高等教育精品教材建设项目

通信技术概论

卢孟夏 胡智娟 薛永毅 段 丽 编

高等教育出版社

内容提要

本书共八篇,内容包括通信基础、交换技术、数据通信网、移动通信、光纤通信、微波通信、卫星通信、接入网。

本书基础理论知识以应用为目的,精选内容,以“必需、够用”为度,循序渐进,深入浅出,讲清原理,避免了大量的公式推导,以通俗的语言讲解,突出基本概念,除阐述基本原理外,还讨论相关的实际应用技术及相关学科领域的技术发展。

本书可以作为通信技术、电子信息、计算机通信、信息管理等专业高职高专专业课教材,同时也可作为其他非电专业选修课教材或供相关技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信技术概论/卢孟夏等编. —北京:高等教育出版社,
2005.6

ISBN 7-04-016709-3

I. 通... II. 卢... III. 通信技术-高等学校:技
术学校-教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 030613 号

策划编辑 孙 杰 责任编辑 刘素馨 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 杨雪莲 责任印制 杨 明

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京嘉实印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 17.75
字 数 430 000

版 次 2005 年 6 月第 1 版
印 次 2005 年 6 月第 1 次印刷
定 价 22.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16709-00

前 言

21 世纪是信息化的时代,这必然会给迅猛发展的信息产业带来新的机遇与挑战,世界各国在通信领域投入了大量的人力和物力,并进行了大规模的建设,通信技术也因此成为高等院校通信工程、电子信息工程及计算机通信等专业学生必须具备的知识。本书讲述各类先进的通信技术,介绍各种通信系统、通信网络的构成与特点,明确通信技术的发展趋势,为学习通信技术的专门知识和技能建立宽泛的基础。

本书共 8 篇 27 章,参考学时数为 64 学时。

第一篇 通信基础 主要介绍通信的基本概念和主要性能指标;模拟信号的数字化和数字信号的调制技术。

第二篇 交换技术 主要介绍程控交换技术、分组交换技术、光交换技术和软交换技术。

第三篇 数据通信网 论述分组交换数据网、数字数据网和帧中继网络。

第四篇 移动通信 论述移动通信的基本概念及关键技术;主要介绍 GSM 移动通信系统、CDMA 移动通信系统和移动通信新技术。

第五篇 光纤通信 论述光纤和光缆、光纤通信系统;介绍掺铒光纤放大器、相干光通信、光孤子通信、光波分复用及密集波分复用。

第六篇 微波通信 论述 SDH 微波通信系统、SDH 微波通信采用的关键技术、SDH 微波通信设备。

第七篇 卫星通信 主要介绍卫星通信系统、通信卫星、地球站、卫星通信的技术、卫星移动通信系统。

第八篇 接入网 论述接入网的基本概念、接入技术、光同步数字体系、无线接入技术。

本书特点是基础理论知识以应用为目的,以“必需、够用”为度,避开了大量的公式推导,突出通信的基本概念、基本组成。各篇在内容上相对独立,便于学生根据需要自由选择学习内容。

本书第一、二篇由段丽编写,第三、四篇由胡智娟编写,第五、八篇由薛永毅编写,第六、七篇由卢孟夏编写。北京交通大学的冯玉珉教授任本书的主审。

本书在编写过程中,陈德荣教授、赵长奎教授、王毓银教授提出了许多建议,赵亦松老师、任力颖老师、杨延嵩、江云霞、许学梅老师给予了很多帮助,鲍泓院长给予了大力支持,在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者的水平和能力有限,时间紧迫,书中难免有错误和不妥之处,诚恳读者批评指正。

编者

2004 年 10 月

目 录

第一篇 通信基础

第1章 通信概述	3	2.1 模拟通信系统与数字通信系统	13
1.1 通信的基本概念	3	2.2 模拟信号数字化	16
1.2 通信系统组成	6	2.3 数字信号的基带传输	17
1.3 通信系统基本类型	8	2.4 数字信号的调制技术	19
1.4 通信系统主要性能指标	9	2.5 数字复接技术	24
本章小结	12	本章小结	29
习题1	12	习题2	30
第2章 数字通信	13		

第二篇 交换技术

第3章 程控交换技术	33	4.3 分组交换技术的发展	49
3.1 数字程控交换系统	33	本章小结	50
3.2 数字程控交换原理	35	习题4	52
3.3 呼叫接续原理	38	第5章 交换新技术	53
本章小结	42	5.1 光交换技术	53
习题3	43	5.2 软交换技术	55
第4章 分组交换技术	44	本章小结	59
4.1 分组交换基本原理	44	习题5	59
4.2 分组交换的技术特点	46		

第三篇 数据通信网

第6章 分组交换数据网	63	6.4 我国的分组交换数据网	68
6.1 分组交换数据网概述	63	本章小结	70
6.2 分组交换数据网提供的业务	64	习题6	70
6.3 分组交换数据网的基本结构	66	第7章 数字数据网(DDN)	71

7.1 数字数据网(DDN)概述	71	8.1 帧中继概述	78
7.2 DDN 结点的复用和交叉连接	73	8.2 帧中继协议	80
7.3 数字数据网的用户入网方式	75	8.3 帧中继用户接入	84
本章小结	76	本章小结	88
习题 7	77	习题 8	88
第 8 章 帧中继(FR)	78		

第四篇 移动通信

第 9 章 移动通信概述	91	习题 10	130
9.1 移动通信的概念	91	第 11 章 CDMA 移动通信系统	131
9.2 移动通信系统的分类	92	11.1 CDMA 移动通信技术	131
9.3 移动通信系统的组成和工作原理	95	11.2 CDMA 系统的关键技术	133
9.4 抗干扰技术及频谱利用率	96	11.3 第三代移动通信系统概述	135
9.5 移动通信的发展	98	11.4 cdma 2000 1X 移动通信系统	138
本章小结	100	本章小结	139
习题 9	101	习题 11	140
第 10 章 GSM 移动通信系统	102	第 12 章 移动通信新技术	141
10.1 GSM 移动通信系统概述	102	12.1 移动互联技术	141
10.2 GSM 移动通信系统结构和功能	114	12.2 移动智能网	145
10.3 GSM 系统的接口	119	12.3 移动定位技术	148
10.4 GSM 的接续过程	122	本章小结	152
10.5 GPRS 移动通信技术	128	习题 12	152
本章小结	130		

第五篇 光纤通信

第 13 章 光纤通信概述	155	第 15 章 光纤通信系统	168
13.1 光纤通信的特点	155	15.1 光发送机	168
13.2 光纤通信的类型	156	15.2 光接收机	169
13.3 光纤通信系统	157	15.3 光中继器	170
本章小结	157	15.4 监控系统	170
习题 13	158	本章小结	172
第 14 章 光纤和光缆	159	习题 15	172
14.1 光纤	159	第 16 章 光纤通信系统的发展	173
14.2 光缆	164	16.1 掺铒光纤放大器(EDFA)	173
本章小结	166	16.2 相干光通信	174
习题 14	167	16.3 光孤子通信	175

16.4 光波分复用(WDM)及密集波分复用	175	本章小结	176
		习题 16	176

第九篇 微波通信

第 17 章 微波通信概述	179	第 19 章 SDH 微波通信采用的关键技术	187
17.1 微波中继通信的概念	179	19.1 多级编码调制技术	187
17.2 微波通信的特点	180	19.2 交叉极化干扰抵消器(XPIC)技术	187
17.3 微波通信发展简介	181	19.3 自适应频域和时域均衡技术	188
本章小结	181	19.4 自适应发信功率控制(ATPG)	188
习题 17	182	19.5 波道倒换	188
第 18 章 SDH 微波通信系统	183	19.6 分集接收	189
18.1 SDH 微波通信线路	183	本章小结	190
18.2 系统基本设备	184	习题 19	191
18.3 SDH 微波通信终端设备	184		
本章小结	185		
习题 18	186		

第七篇 卫星通信

第 20 章 卫星通信概述	195	习题 21	211
20.1 卫星通信的特点	195	第 22 章 卫星通信的多址联接	213
20.2 卫星通信线路	197	22.1 频分多址(FDMA)	213
20.3 卫星通信所使用的频率范围	197	22.2 时分多址(TDMA)	215
20.4 卫星通信的业务	198	22.3 码分多址(CDMA)	215
20.5 卫星通信的体制	199	22.4 空分多址(SDMA)	217
本章小结	201	本章小结	218
习题 20	201	习题 22	218
第 21 章 卫星通信系统	202	第 23 章 卫星移动通信系统概述	220
21.1 卫星通信系统的基本组成	202	23.1 卫星移动通信系统的组成	221
21.2 卫星通信系统的基本工作过程	203	23.2 同步轨道卫星移动通信系统	221
21.3 通信卫星	204	23.3 低轨道卫星移动通信系统	222
21.4 地球站	207	本章小结	224
本章小结	211	习题 23	225

第Ⅷ篇 接入网

第 24 章 接入网概述	229	26.1 SDH 的基本概念	249
24.1 接入网的基本概念	229	26.2 SDH 的特性	250
24.2 接入网的特点	231	26.3 SDH 的帧结构	251
24.3 拓扑结构	232	26.4 SDH 自愈网	254
本章小结	233	本章小结	258
习题 24	233	习题 26	258
第 25 章 接入技术	234	第 27 章 无线接入技术	259
25.1 铜线接入技术	234	27.1 无线接入的概念	259
25.2 光纤接入技术	238	27.2 无线接入系统网络结构	260
25.3 光纤同轴混合接入	243	27.3 无线本地环路系统	261
本章小结	248	本章小结	265
习题 25	248	习题 27	265
第 26 章 光同步数字体系(SDH)	249		
缩写索引	266		
参考文献	272		

第一篇

通信基础

第1章

通信概述



学习目标

1. 明确通信的基本概念。
2. 理解通信系统的组成。
3. 掌握通信系统的主要性能指标,正确理解性能指标的含义。
4. 明确系统常用的分类方式,掌握各类别的含义和信息特征。
5. 明确信息、信号等概念。

1.1 通信的基本概念

人类已经进入了21世纪,移动电话、因特网已被广泛使用。通信技术的迅速发展,对社会现代化的进程起到了极其重要的推动作用。本章主要讲述通信的基本概念。

1.1.1 信息、消息和信号

通信系统的任务是传递信息,为了衡量通信系统的传输能力,需要对被传输的信息进行定量的测度。为此,首先对信息、消息和信号的概念及三者之间的关系进行简要介绍。

信息是指消息中包含的有意义的内容,有意义是对受信者来说,指受信者预先不知道的消息。它是通过消息来表达的,消息是信息的载体,一般将语言、文字、图像或数据等统称为消息。如教师在课堂上讲课,具体讲授的内容即为信息,而所要传授的内容是通过语言(话)表达的,语言(消息)即为信息的载体。消息的传递一般都不是直接的,必须借助于一定的运载工具,并将消息变换成某种表现形式。消息的表现形式称为信号。信号是带有消息的一种物理量,如电、光、声等。若用电来传送消息,发信者必须把消息转换成随时间变化的电压或电流,这种带有消息的电压或电流就是电信号。

电信号有多种分类方法:若以频率划分,可分为基带信号和频带信号;若以参数的状态划分,

则可以分为模拟信号和数字信号;若以信号的确定性与否划分,又可分为确定信号与随机信号。

1. 基带信号与频带信号

基带信号即直接由信息转换得到的电信号。这种信号的频率都是比较低的,含低频成分甚至直流成分,而且最高频率和最低频率比值很大,可以远大于1。基带信号不适于较长距离传输,更不能进行无线电发送。例如,话音信号就是一种典型的基带信号,其频率在100 Hz~5 kHz范围内,但主要能量集中在200~3 000 Hz范围以内;又如,电视图像信号的频率在0~6 MHz范围以内;计算机数据信号的频率范围与传输速率有关,也属于基带信号。

基带信号经过各种正弦调制后,把基带信号的频谱搬移到比较高的频率范围,这种信号称为频带信号。频带信号的中心频率相对较高,而带宽又窄,因此,适合于在信道中传输,这种传输方式称为频带传输。常见的调制方式有振幅调制(AM)、单边带调制(SSB)、频率调制(FM)和相位调制(PM)。若调制信号是数字信号,则还可以有数字键控方式的调制,如幅移键控(ASK)、频移键控(FSK)、相移键控(PSK)以及差分相移键控(DPSK)等。近年来,还出现了很多新的调制方式。

总之,一个完备的通信网络应由信道、终端信号处理设备、转接交换设备和管理中心等组成。通信的根本目的是传输代表消息的电信号,即研究信号的传输、处理和转接问题。

2. 数字信号与模拟信号

(1) 模拟信号

凡信号的某一参量(如连续波的幅度、频率、相位、脉冲波的幅度、宽度、位置等)可以取无限多个数值,且直接与消息相对应的,称为模拟信号。例如,强弱连续变化的语言信号,亮度连续变化的电视图像信号以及来自各种传感器的检测信号等。

(2) 数字信号

凡信号的某一参量只能取有限个数值,并且常常不直接与消息相对应的,称为数字信号。目前,常见的数字信号多为二进制信号,其两个状态分别用1和0表示。图1.1所示是几种数字信号的例子。

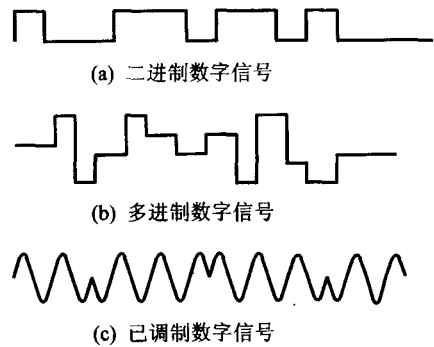


图 1.1 数字信号

3. 模拟信号与数字信号的区别

需要强调的是,模拟信号有时也称为连续信号,这个连续是指信号的某一参量可以连续变化

(因为可以取无限多个值),而不一定在时间上也连续。例如,各种脉冲调制,经过调制以后已调信号脉冲的某一参数可以是连续变化的,但在时间上是不连续的。数字信号有时也称为离散信号,这个离散是指信号的某一参量是离散(不连续)变化的,如图 1.1(c)所示。

模拟信号与数字信号是可以相互转换的。模拟信号可以通过模数转换变为数字信号;数字信号亦可通过数模转换变为模拟信号。当数字信号需要在模拟信道中传输时,数字基带信号必须进行正弦调制,将基带信号转换成频带信号,以适应模拟信道的传输特性。比如,计算机数据要通过电话线传输时,必须使用 Modem,这种方式称为数字信号的模拟传输。

1.1.2 通信的定义

通信就是信息的传递。人类的社会活动离不开信息的传递,需要传递的信息是多种多样的,如语言、文字、图像、数据等。特别是在现代社会中,信息的交换日益频繁,随着通信技术和计算机技术的进步,大量的远距离的信息传递和交换成为可能。通信技术的发展有可能改变传统的社会生产方式,形成新的技术革命,极大的促进社会的进步。

将一个用户的信息传送到另一个用户的全部设施通常称为一个通信系统。无论何种形式的信息,在发送前首先都要变换为一定形式的电信号(电信号是信息的电的表示形式)。在通信双方提供具有收/发信号功能的终端设备之间,还必须建立传递信号的通道,即信道,才能构成一个基本的通信系统。

现代通信是靠以转接交换设备为核心,由用户终端和传输系统有机连接的整体——通信网来完成的。通信网有各种形式,如筛状网、星形网,如图 1.2 所示。通信网络可以看作是用于完成任意用户之间信息传递和交换的全部设备的总和,是通信系统的系统。

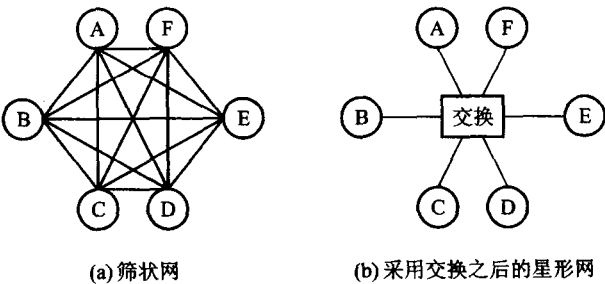


图 1.2 通信网

从空间上看,通信网的组成部件主要有:终端机、传输线路和交换设备以及相应的信令、协议和标准;当然还应该包括网络的拓扑结构和路由计划等。也就是说,具备了终端设备、传输线路和交换设备这些硬件后,一个通信系统要能正确运行,还需要具备相应的软件。在电话网中,必须有约定的信令;在计算机网络中必须有约定的协议;此外还必须约定一些传输的标准和质量标准,才能形成一个高效率的有条不紊的通信网。从某种意义上说,没有这些规定就不能形成通信网,而通信网的性能和效率,在很大程度上决定于这些规定。

1.2 通信系统组成

1.2.1 通信系统的一般模型

通信系统是由完成通信任务的各种技术设备和传输媒质构成的总体。通信系统的一般模型如图 1.3 所示。其中每一个模块完成一定的功能,而每个模块都可能包括很多的电路,甚至是一个庞大的设备。下面简要介绍图中各部分的功能。

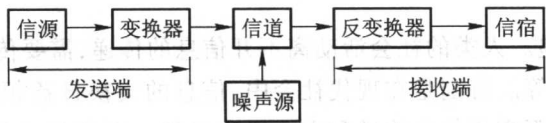


图 1.3 通信系统的一般模型

1. 信源

信源是发出信息的源,其作用是将输入消息变换为原始电信号。信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源(如电话机、电视摄像机)输出连续幅度的模拟信号;数字信源(如电传机、计算机等各种数字终端设备)输出离散的数字信号。在人与人之间通信的情况下,信源是指发出信息的人;在机器与机器之间通信的情况下,信源是发出信息的机器,如计算机或其他机器。不同的信源构成不同形式的通信系统,如对应语音形式信源的是电话通信系统;对应文字形式信源的有电报通信系统和传真通信系统等。

2. 变换器

变换器将信源产生的信号变换成适合于某种具体信道传输的信号,一般分几步完成:首先把非电信号变成电信号,然后对电信号进行变换和处理,使它适合信道传输。例如电话机的送话器,就是将语音变换成幅度连续变化的电话信号,再进一步转换后送到信道上去。不同信道有不同的传输特性,而由于要传送的消息种类很多,它们相应的基带信号参数各异,往往不适于在信道中直接传输,故需要变换器进行变换。在现代通信系统中,为满足不同需求,需要不同的变换处理方式,如放大、滤波、模数转换、加密、纠错、调制等。

3. 信道

信道是信号传输的通道,是信号传输媒介的总称,不同的信源形式对应的变换处理方式不同,与之对应的信道形式也不同。从大的类别来分,传输信道的类型有两种,一种是电磁信号在自由空间中传输,这种信道叫做无线信道;另一种是使电磁信号约束在某种传输线上传输,这种信道叫做有线信道。有线和无线均有多种传输媒质。信道既给信号以通路,也对信号产生各种干扰和噪声。传输媒质的固有特性和干扰直接关系到通信的质量。

4. 反变换器

变换器把不同形式的信息变换和处理成适合信道传输的信号,通常这种信号不能为信息接收者直接接收,需要用反变换器把从信道上接收的信号进行解调、解码等变换为接收者可以接收的信息。它的任务是从带有干扰的接收信号中正确恢复出相应的原始信号来。实际上,由于信

号在收/发设备中均会产生失真并附加噪声,在信道中传输时也会混入干扰,所以收端与发端的基带信号总会有一定的差别。这里所说的恢复是指波形相同。对于多路复用信号,接收设备还具有解除多路复用和实现正确分路的功能。

5. 信宿

信宿是传输信息的归宿,也就是信息接收者。其作用是将复原的信号转换成原始形式的消息。信宿可以与信源相对应构成人-人通信或机-机通信;也可以与信源不一致,构成人-机或机-人通信。

6. 噪声源

噪声源是信道中的噪声以及分散在通信系统中其他各处的噪声的集中表示。噪声源不是人为的实体,而在实际的通信系统中是客观存在的。实际上,干扰噪声可能在信源处就混入了,也可能从构成变换器的电子设备中引入。传输信道中的电磁感应以及接收端的各种设备中也都可能引入干扰。作为一种分析问题的方法,人们将信号在传输过程中混入的噪声及由于干扰引起的信号失真集中在一起,作为信道中的干扰源来进行分析处理。

以上是一个最简单的通信系统模型。实际的通信系统要复杂得多,需要增添许多设备,以满足不同类型的信息和不同传输环境下的需要。

1.2.2 通信设备的分类

构成通信系统的设备可以分成终端设备、传输设备、交换设备三大类。将终端设备、交换设备以传输链路连接起来,就构成了完整的通信网。

1. 终端设备

包括用户终端设备和长途电信终端设备。

(1) 用户终端设备 电话机、电传机、传真机、数据终端机、图像终端及其他信息业务终端等。

(2) 长途电信终端设备 微波终端机、卫星地球站、载波电话机、载波电报机、PCM 终端机等。

2. 传输设备

包括有线传输设备和无线传输设备。

(1) 有线传输设备

① 市内有线传输设备 包括光缆、全塑市话电缆等。

② 长途有线传输设备 包括光缆、同轴电缆、架空明线、海缆等。

(2) 无线传输设备 微波中继站、地球卫星。

3. 交换设备

包括电话交换、电报交换、数据交换、宽带交换、综合交换。

(1) 电话交换

① 人工交换机 磁石式、共电式。

② 自动交换机 (a) 按信息传递方式分为模拟交换机和数字交换机;(b) 按控制方式分为布控交换和程控交换。

(2) 电报交换

① 电路交换 (a) 人工交换;(b) 自动交换。

② 信息交换 (a) 人工转报;(b) 半自动转报;(c) 自动转报。

(3) 数据交换

数据交换分为电路交换、信息交换和分组交换。

宽带交换和综合交换在此不再详述。

1.3 通信系统基本类型

1.3.1 按传输信号特征分类

按照信道上所传输信号特征分类的话,通信系统可分为模拟通信系统和数字通信系统。

模拟通信系统信道上所传输的是模拟信号,模拟信号的幅度随时间连续变化,其幅度值与消息直接对应。如语音信号,它的强弱是连续变化的模拟信号。

模拟通信系统所传输的是模拟信号,模拟信号在信道的传输过程中其幅度容易受到噪声干扰的影响,而且这些噪声很难消除。

数字通信系统信道上所传输的是数字信号,数字信号的幅度只是有限个离散数值,而且常常不直接与消息对应。数字通信系统所传输的数字信号在信道上受到噪声干扰后,只要没恶化到一定程度,可以利用再生的方法进行恢复,也可以采用差错控制编码技术消除噪声干扰。

1.3.2 按通信的工作方式分类

通信的工作方式可分为单工通信、双工通信和半双工通信。单工通信是指消息只能单方向传输的工作方式,如遥控、遥测、无线寻呼、广播、电视等。如广播,信息只能从广播发射台传输到收音机上,而不能反向进行。双工通信是指通信双方可同时进行收/发消息的工作方式,如电话。半双工通信是指通信双方都能收/发消息,但不能同时进行收/发的工作方式。当一端发送信息时,另一端只能接收信息,如使用同一载频工作的无线电对讲机,就是按这种通信方式工作的。

数字通信中,按照数字信号码元排列方法不同,通信方式可分为串行传输和并行传输。串行传输是指数字信号码元序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输。一般的远距离数字通信大多采用串行传输方式,因为这种方式只需占用一条通路。并行传输是指将数字信号码元序列分割成两路或两路以上的数字信号码元序列同时在信道中传输。一般的近距离数字通信可采用并行传输方式。

1.3.3 按传输媒介分类

按照传送信息使用的传输媒介不同,可分为有线通信和无线通信两大类。所谓有线通信是指用导线作为传输媒介来传送信息,载有信息的电压、电流是沿导线由一地向另一地传送的,导线可以是架空的铜线、铁线、对称的电缆、同轴电缆、光缆、波导管;无线通信的传输媒介是自由空间,载有信息的高频电流能量通过天线转换成电磁波能量,在自由空间以全向或定向方式由一地向另一地来传送信息。无线通信包括短波通信、中波通信、长波通信、微波通

信、卫星通信等。

1.3.4 按系统组成特点分类

现代的实用通信系统按照系统组成特点可分为五大类。

1. 短波通信系统

短波通信使用频率 $3 \sim 30$ MHz 的短波波带,主要用于短波广播、定点军用通信、业余无线电通信等,如外交、气象、军事部门的通信。短波通信是一种廉价的远距离通信,传播特性不稳定,易受干扰。

2. 微波中继通信系统

微波中继通信所采用的主要频段有 2、4、6、7、8、11、13、18 GHz 的微波波段,主要用于传输长途电话和电视节目。微波中继通信可利用的频带宽,系统容量大。数字微波通信系统以抗干扰能力强、抗噪声能力强、传输质量高、造价低而受到欢迎。由于微波在空间是直线传播方式,考虑地球表面的曲率半径的影响,长距离传输需要每 $50 \sim 70$ km 就建立一个中继站。

3. 卫星通信系统

卫星通信是以人造卫星为中继站的微波中继通信,其特点是覆盖面积广,通信距离远,不受地理条件的限制,传输容量大,建设周期短,是国际间通信或中央对地方或对边远地区长途通信及电视转播的主要传输方式之一。

4. 光纤通信系统

光纤通信系统是以光导纤维和激光技术、光电集成技术为基础发展起来的通信系统,它具有频带宽、重量轻、体积小、节省能源等特点,主要用于大容量国际、国内长途通信干线,也用于短局间中继。我国今后不再敷设新的长途电缆线路,而全部采用光缆。

5. 移动通信系统

移动通信是指通信的双方至少一方是在移动中进行信息交换的,它是现代通信中发展最迅速的一种通信手段。它是固定通信的延伸,移动通信已发展成为有线通信和无线通信融为一体,固定、移动相互连通的通信系统。其发展趋势是数字化、综合化、宽带化、标准化、微型化、个人化。

1.4 通信系统主要性能指标

衡量、比较和评价一个通信系统的好坏时,必然要涉及系统的主要性能指标问题,否则就无法衡量通信系统的好坏与优劣。对一个通信系统,从研究消息的传输来说,有效性和可靠性是两个主要的指标。有效性主要指消息的传输“速度”,可靠性主要是指消息传输的“质量”。通信系统的有效性和可靠性是一对矛盾,这一点,通过以后的进一步学习,将会有更深的体会。一般情况下,要增加系统的有效性,就得降低可靠性,反之亦然。在实际中,常常依据实际系统要求采取折中的办法,即在满足一定可靠性指标的前提下,尽量提高消息的传输速率,即有效性;或者,在维持一定有效性条件下,尽可能提高系统的可靠性。