

现代通信 新技术及应用

刘 昕 苏文俊 黄海艺 主编



延边大学出版社



现代通信新技术及应用

刘 昕 苏文俊 黄海艺 主编



延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代通信新技术及应用 / 刘昕, 苏文俊, 黄海艺主编. — 延吉: 延边大学出版社, 2018. 7
ISBN 978-7-5688-5157-2

I. ①现… II. ①刘… ②苏… ③黄… III. ①通信技术-研究 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 161110 号

现代通信新技术及应用

著 者 刘 昕 苏文俊 黄海艺 主编
责任编辑 刘 奕
装帧设计 中图时代
出版发行 延边大学出版社
地 址 吉林省延吉市公园路 977 号,133002
网 址 <http://www.ydcb.com>
电子邮箱 ydcb@ydcb.com
电 话 0433-2732435 0433-2732434(传真)
印 刷 廊坊市海涛印刷有限公司
开 本 710 mm×1000 mm 1/16
印 张 9.5
字 数 180 千字
版 次 2018 年 7 月第 1 版
印 次 2018 年 11 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5688-5157-2

定 价 40.00 元

目 录

第一章 通信基本理论	1
第一节 通信的发展简史和展望	1
第二节 通信基本概念	5
第三节 信道与噪声	8
第四节 模拟通信系统	11
第二章 互联网与 TCP/IP	14
第一节 计算机网络	14
第二节 计算机局域网	16
第三节 互联网	23
第四节 互联网中的 TCP/IP 协议栈	28
第五节 IPv6	38
第六节 传输层协议	40
第七节 网络安全	44
第三章 光纤通信	46
第一节 光纤通信的基本概念	46
第二节 光 纤	50
第三节 光纤通信器件	56
第四节 光端机	62
第五节 光纤通信系统	64
第六节 光纤通信常用仪器	69
第四章 移动通信	71
第一节 移动通信概述	71
第二节 移动通信基本技术	75
第三节 GSM 系统	84
第四节 CDMA 系统	92
第五节 第三代移动通信	95

第六节 第四代移动通信技术	108
第七节 个人通信	114
第五章 多媒体通信	117
第一节 多媒体通信概述	117
第二节 数字图像与视频	121
第三节 视频图像压缩	125
第四节 音频数据压缩	135
第五节 多媒体传输	138
第六节 视频通信中的差错控制	142
第七节 多媒体应用系统	147
参考文献	150

第一章 通信基本理论

第一节 通信的发展简史和展望

通信就是互通信息。按照人类通信交流方式的不同,可以将通信的发展分为古代通信阶段、初级通信阶段、近代通信阶段和现代通信阶段。

一、古代通信阶段

古代通信是人类基于需求的最原始通信方式,利用自然界的基本规律和人的基础感官(视觉、听觉等)来远距离的传递信息。比如,通过烽火、击鼓、旗语、信鸽等方式向远方传送信息。古代通信方式最主要的缺点是传递距离短,速度慢。

二、初级通信阶段

19世纪后期,随着电报、电话的发明及电磁波的发现,人类通信史发生了革命性的变化。信息传递摆脱了常规的原始通信方式,用“电”作为新的载体,开启了人类通信的新时代。

初级通信的开始是以利用“电”来传递信息作为标志的,代表性事件如下。

1838年,美国人莫尔斯(S. Morse)发明了有线电报。他成功地运用“通”“断”“长断”来代替人类的文字进行消息的传送。1844年5月24日,在座无虚席的国会大厦里,莫尔斯用他那激动得有些颤抖的双手,操纵着他倾十余年心血研制成功的电报机,向巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报:“上帝创造了何等奇迹!”电报的发明,拉开了电信时代的序幕,开创了人类利用电来传递信息的历史。但是电报传送的仅仅是符号,不能进行及时双向信息的交流。

1875年,苏格兰人贝尔(A. G. Bell)发明了电话。在为聋哑人设计助听器的过程中,贝尔发现可以“用电流的强弱来模拟声音大小的变化,从而用电流传送声音。”1875年6月2日,贝尔和沃森特正在进行模型的最后设计和改进。贝尔不小心把硫酸溅到自己的腿上,他疼痛地叫了起来:“沃森特先生,快来帮我啊!”没有

想到,这句话通过实验中的电话传到了在另一个房间工作的沃森特先生的耳朵里。这句极普通的话,也就成为人类第一句通过电话传送的话音而记入史册。1876年3月,贝尔获得了电话发明专利。1878年,在相距300km的波士顿和纽约之间进行了首次长途电话实验,并获得了成功,后来就成立了著名的贝尔电话公司。

电报和电话的相继发明,使人类获得了远距离传送信息的重要手段。但是,电信号都是通过金属线传送的,这就大大限制了信息的传播范围。

1864年,英国物理学家麦克斯韦(J. C. Maxwell)预言了电磁波的存在。1887年,德国物理学家赫兹(H. Hertz)用实验证明了电磁波的存在。赫兹的发现,导致了无线电的诞生,开辟了电子技术的新纪元,标志着从“有线电通信”向“无线电通信”的转折。

1897年,意大利人马可尼(G. Marconi),改进了无线电传送和接收设备,在布里斯托尔海峡进行无线电通信取得成功。1901年12月,在英国与纽芬兰之间(3540km),实现了跨大西洋的无线电通信,使无线电达到实用阶段。

三、近代通信阶段

20世纪30年代,信息论、调制论、预测论、统计论等都获得了一系列的突破。

1948年香农提出了通信的数学理论,建立了比较完整的通信科学理论体系。他提出的信源和信道编码定理、信道容量计算公式及率失真理论至今仍是重要的研究课题。

1950年时分多路通信应用于电话系统。

维纳将数理统计理论引入通信学科,开始建立起统计通信的概念。

1951年直拨长途电话开通。

1956年铺设越洋通信电缆。

1958年发射第一颗通信卫星。

1962年发射第一颗同步通信卫星,开通国际卫星电话;脉冲编码调制进入实用阶段。

20世纪60年代彩色电视问世、阿波罗宇宙飞船登月、数字传输理论与技术得到迅速发展、计算机网络开始出现。

1969年电视电话业务开通。

20世纪70年代商用卫星通信、程控数字交换机、光纤通信系统投入使用;一些公司制定计算机网络体系结构。

四、现代通信阶段及发展趋势

现代通信阶段是移动通信和互联网通信时代。在全球范围内,形成数字传输、程控电话交换通信为主,其他通信为辅的综合电信通信系统;电话网向移动方向延伸,并日益与计算机、电视等技术融合。

下面介绍现代通信阶段的几个重要里程碑。

1978年,美国贝尔实验室成功研制了先进移动电话系统(AMPS, Advance Mobile Phone Service),建成了蜂窝状移动通信系统。它结合频率复用技术,可以在整个服务覆盖区域内实现自动接入公用电话网。第一代移动通信系统的典型代表是美国标准的AMPS系统和后来的改进型系统TACS,以及NMT和NTT等。

1982年,发明了第二代蜂窝移动通信系统,以传输话音和低速数据业务为目的,因此又称为窄带数字通信系统。典型代表是欧洲标准的GSM(Global System Mobile),美国标准的D-AMPS和日本标准的D-NTT。

1983年,TCP/IP协议成为ARPAnet的唯一正式协议,伯克利大学提出内含TCP/IP的UNIX软件协议。

20世纪80年代末多媒体技术的兴起,使计算机具备了综合处理文字、声音、图像、影视等各种形式信息的能力,日益成为信息处理最重要和必不可少的工具。

1988年,成立“欧洲电信标准协会”(ETSI)。

1989年,原子能研究组织(CERN)发明万维网(WWW)。20世纪90年代爆发的互联网,更是彻底改变了人的工作方式和生活习惯。

1992年,GSM被选为欧洲900MHz系统的商标——“全球移动通信系统”。由于第二代移动通信以传输话音和低速数据业务为目的,从1996年开始,为了解决中速数据传输问题,又出现了2.5代的移动通信系统,如GPRS和IS-95B。

2000年,提出第三代多媒体移动通信系统标准,以移动终端智能化为主要特点。典型代表是欧洲的WCDMA、美国的CDMA2000和中国的TD-SCDMA。其中,中国的TD-SCDMA标准于1998年向ITU提交,并于2001年被3GPP接纳为3G标准。2008年中国正式颁发3G运营牌照。

2007年,ITU将WIMAX补选为第三代移动通信标准。

第四代移动通信(the 4th Generation)技术,基于全球移动通信长期演进技术(Long Term Evolution, LTE)标准之上,能够提供高速移动网络宽带服务。4G的关键技术包括:正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)、智

能天线(Smart Antenna, SA)技术、软件无线电(Software Defined Radio, SDR)技术、基于全IP的核心网络等。4G目前已在国内开始运营,虽然普及率还不高,但4G的诸多优点注定其将取代以往的移动通信技术。

我们现在就处于现代通信时代,只要你打开电脑、手机、PDA、车载GPS,很容易就实现彼此之间的联系,人们生活更加便利。

未来通信是大融合时代,电信网络发展进入网络融合发展的历程。以思科为代表的设备制造商推出了“统一通信”的理念,未来的通信可能沿着融合2G、3G、4G、WLAN和宽带网络的方向发展。但是无论如何,它不会脱离现在科学技术的发展。

第二节 通信基本概念

一、消息、信息和信号

通信是互通信息,包括信息的传输与交换。通信的目的是利用电(或光)信号传输消息中所包含的信息。

信息是消息中包含的有效内容。信息是消息的内涵,能消除受信者的某些不确定性。

消息是通信系统传输的对象,是信息的物理表现形式。例如,语音、文字、图像、音乐、数据等。消息可分为连续消息和离散消息。连续消息是指消息的状态连续变化或不可数,如语音、温度、音乐等。离散消息则是指消息具有可数的有限个状态,如符号、文字、计算机数据等。

信号是传递信息的一种物理现象和过程,是消息的传输载体。如随信息做相应变化的电压或电流等。由于消息分为两大类,所以信号也相应分为模拟信号和数字信号两大类。消息承载在电信号的某个参量(如幅度、频率或相位)上。若电信号的参量是连续取值的,则称为模拟信号,如电话机送出的语音信号;若该参量是离散取值的,则称为数字信号,如电报机、计算机输出的信号。

二、通信系统的基本组成

通信就是将信息从信源发送到一个或多个目的地。通信系统是指传递信息所需的一切技术设备和信道的总体。

通信系统由以下几个部分组成。

(一) 信源

信源又称信息源,它的作用是把各种消息转换成原始的电信号。根据输出信号的性质不同,信源可以分为模拟信源和离散信源。模拟信源(如话筒、摄像机)输出连续的模拟信号;离散信源(如电传机、计算机)输出离散的符号序列。模拟信源送出的连续信号经过抽样、量化变换后可形成数字信号。

(二) 发送设备

发送设备的作用是将信源和信道匹配起来,使信源产生的信号变换为适合传送的信号形式。变换的方式有很多种,如编码、调制、放大等。

对于数字通信系统而言,发送设备中常包括信道编码和信源编码两部分。

信源编码的作用有两个:一是提高信息传输的有效性,即通过某种压缩编码技术减少信息的冗余度。例如,“奥林匹克运动会”变换为“奥运会”。二是把模拟信号变换为数字信号,即模/数(A/D)转换。接收端的信源译码是信源编码的逆过程。

信道编码的作用是通过差错控制来提高通信的可靠性。为了提高通信的可靠性,信道编码器对传输的信息码元按照一定的规则加入监督码元来减小差错。接收端的信道译码则是按照相应的逆规则进行译码,从中发现错误或纠错。

(三) 信道

信道是信号传输的通道,即传输媒质。信道可以分为有线信道和无线信道两种。有线信道和无线信道都有多种物理媒质,如自由空间属于无线信道;光纤、电缆、架空明线属于有线信道。传输过程中必然会引入各种噪声,如热噪声、脉冲噪声、散弹噪声等。

(四) 接收设备

接收设备的作用是完成发送设备的反变换,即对受损的接收信号进行放大、解调、译码等变换,尽可能正确恢复原始电信号。

(五) 信宿

信宿是传送消息的目的地。它的功能和信源相反,即把原始电信号还原成相应的消息,如扬声器将音频信号还原成声音。

根据研究对象的不同,各方框的内容和作用会有所不同。在大多数场合下,信

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

源兼为信宿,通信双方需要双向通信随时交流信息,如电话。这时,通信双方都要有发送设备和接收设备。如果通信双方有各自不同的信道,则双方可以独立地进行收发工作;但若共用一个信道,则必须用复用的方法来共享。

三、通信系统的分类

随着通信技术的发展,通信系统的内容和形式不断丰富,常见的分类方法有以下几种。

(一)按消息的物理特征分类

根据消息的物理特征,通信系统可以分为电报通信系统、电话通信系统、数据通信系统、图像通信系统。

(二)按调制方式分类

根据是否采用调制,可以将通信系统分为基带传输和频带传输。

基带传输是将未经调制的信号直接传送,如市内电话、有线广播等。

频带传输是对各种信号进行调制后传输,如电视广播、卫星通信、空间通信等。

(三)按传输信号的特征分类

根据信道中传输的是模拟信号还是数字信号,可以将通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

模拟通信系统是利用模拟信号来传递信息的通信系统。所谓模拟信号是指信号的某一参量可以取无限多个值。例如,语音信号不仅在时间上连续,而且它的幅度有无穷多个取值。模拟通信随着电话、无线电广播等语音信号的发展而发展,曾经占据通信的统治地位。模拟通信系统的结构通常都不复杂,系统的核心是调制与解调单元。

数字通信系统是利用数字信号来传递信息的通信系统。所谓数字信号是指信号的某一参量只能取有限个值。例如,莫尔斯电报信号。

20世纪60年代以后,随着电子计算机和网络通信的发展,数据传输量急剧增加,数字通信日益兴旺起来。与模拟通信相比,数字通信具有以下优点。

1. 抗干扰能力强,特别是在中继时,数字信号可以再生,从而消除噪声的积累。
2. 传输差错可控,可以通过信道编码技术进行检错与纠错。
3. 便于用现代数字信号处理技术对数字信息进行处理、变换、存储。
4. 易于加密且保密性好。

5. 易于集成,使通信设备易于制造,体积小且可靠性高。

但是数字通信系统也有其固有的缺点:它比模拟通信系统占据更宽的带宽。如一路模拟电话信号通常只需占据 4kHz 带宽,但一路数字电话信号可能要占据 20~60kHz 的带宽。可以认为数字信号的许多优点都是以占用更宽的信号频带为代价的。

(四)按传输媒介分类

根据传输媒介的不同,可以将通信系统分为有线通信系统和无线通信系统。

有线通信系统是指用导线作为传输媒介完成通信的系统,如有线电话、光纤通信系统等。无线通信系统是指依靠电磁波在空间传递消息的系统,如短波电离层传播、卫星中继系统等。

(五)按传送信号的复用方式分类

传送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。

频分复用是指用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围。频分复用方式主要应用于传统的模拟通信系统中。

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。

码分复用是用一组正交的编码分别携带不同信号。码分复用多用于扩频通信系统和移动通信系统中。

第三节 信道与噪声

一、信道的分类与影响

信道是介于发送端和接收端的通道。它是传输电、电磁波或光信号的物理媒介,是通信系统中必不可少的环节。

(1)根据传输媒介的不同,信道可以分成两大类:无线信道和有线信道。

无线信道是指利用电磁波在空间中的传播来传输信号,如短波电离层反射、微波视距中继、移动通信信道等。

有线信道是指利用人造的导电或光信号的媒体来传输信号,如光纤、电缆。

(2)按照信道特性不同,信道可以分为恒参信道和随参信道。

恒参信道是指信道特性参数随时间基本不变化或缓慢变化,如有线信道。恒

参信道的特性参数基本恒定,可以等效为一个线性非时变系统,对传输信号的衰耗和时延为常数。

随参信道,又称为变参信道,是指信道参数随时间随机快变化,如短波电离层反射信道、散射信道等。随参信道的特性是“时变”的,具有三个共同点:①信号的传输衰减随时间而变化;②信号的传输时延随时间而变化;③存在多径效应,信号经过几条路径到达接收端,每条路径的时延和衰减都随时间而变化,所以接收到的信号是衰减和时延随时间变化的各路径信号的合成。因此必须采用一些有效减小频率选择性衰落的措施,如分集接收技术、扩频技术、智能天线技术等。

二、信道噪声

无论是有线信道,还是无线信道都会面临一个问题,那就是噪声。噪声在通信中也是一种电信号,只不过这种信号对于通信来说属于无用信号,它叠加在信号之上,永远存在于通信系统中。噪声可以看成是信道的一种干扰,也称为加性干扰,会造成模拟信号失真、数字信号误码等情况。

噪声的来源很多,有人为噪声、自然噪声和内部噪声等。人为噪声主要来自电台、家用电器、电气设备等人类活动。自然噪声来源于自然界存在的雷电、大气噪声和宇宙噪声等电磁辐射。内部噪声来源于设备本身产生的热噪声和散弹噪声等。其中热噪声是由电阻性元器件中自由电子的热运动引起的;散弹噪声是由电子管和半导体器件中电子发射不均匀引起的。

热噪声、散弹噪声和宇宙噪声,由于其波形变化不规则,可以被统称为起伏噪声。起伏噪声是遍布在时域和频域内的随机噪声,是影响通信系统的主要噪声。

起伏噪声可以定义为高斯白噪声。这种噪声的功率谱密度是个常数,在整个频率范围内均匀分布,有点像光学中的白光,因此称为白噪声。同时起伏噪声的概率密度服从高斯分布,所以可以将此噪声称为高斯白噪声。

三、常用信道

信道可以分为无线信道和有线信道两大类。常用的有线信道有同轴电缆、双绞线、光纤。常用的无线信道有无线视距中继、卫星中继信道和移动通信信道。

(一) 同轴电缆

同轴电缆是由内外两根同轴的圆柱形导体构成,在这两根导体间用绝缘体隔

离开。内导体一般为实心铜线,外导体为空心铜管或金属编织网,在外导体外面还有一层绝缘保护层。通常会将多根同轴电缆放入同一个保护套内,以增强传输能力。它的特点是抗干扰能力强,传输数据稳定,价格便宜。

现在计算机局域网中一般都使用细缆组网。细缆一般用于总线型网络布线连接,同轴电缆的两端需安装 50Ω 终端电阻器。细缆网络每段干线长度最大为 185m,每段干线最多可接入 30 个用户。粗缆适用于较大局域网的网络干线,布线距离较长,可靠性较好。用户通常采用外部收发器与网络干线连接。粗缆局域网中每段长度可达 500m,采用 4 个中继器连接 5 个网段后最长可达 2500m。用粗缆组建的局域网虽然各项性能较高,具有较大的传输距离,但是网络安装、维护等方面比较困难,且造价较高。

(二) 双绞线

双绞线(Twisted-pair)由两根相互绝缘的金属导线绞合而成。采用这种方式,不仅可以抵御一部分来自外界的电磁波干扰,也可以降低多对绞线之间的相互干扰。通常把一对或多对双绞线合在一起,放在一根保护套内,制成双绞线电缆。

目前,双绞线可分为非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair,UTP)和屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair,STP)。屏蔽双绞线电缆的外层由铝铂包裹,以减小辐射,但并不能完全消除辐射。屏蔽双绞线价格相对较高,安装起来要比非屏蔽双绞线电缆困难。双绞线常用于传输语音信号与近距离的数字信号,包括局域网、本地环路及综合布线工程。

(三) 光纤

光纤(Optical fiber)是光导纤维的简称,它是一种利用光导纤维传输光波信号的通信方式。光纤本身是一种介质,目前实用通信光纤的基础材料是二氧化硅(SiO_2),因此它属于介质光波导的范畴。

光纤有不同的结构形式。通信用的光纤绝大多数是用石英材料做成的横截面很小的双层同心圆柱体,外层的折射率比内层低。无线电视距中继是指工作频率在超短波和微波时,电磁波基本上沿着视线传播,通信距离依靠中继方式延伸的无线电路。无线电视距信道通信容量大,性能可靠稳定。

(五) 卫星中继信道

卫星中继信道可以认为是无线电中继信道的一种特殊形式。卫星中继信道由通信卫星、地球站、上行线路及下行线路构成。其中上行与下行线路分别是指地球

站至卫星及卫星至地球站的电波传播路径。

轨道在赤道平面上的人造同步卫星,当它离地面高度为35860km时,可以实现地球上18000km范围内的多点之间的连接。这样,利用三颗同步卫星中继站就可以覆盖全球(两极盲区除外)。

卫星中继信道具有传输距离远、覆盖地域广、传播稳定可靠、不受地理条件限制等突出优点,但也存在传输时延大的缺点。目前广泛应用于电视节目、多路长途电话和数据的传输。

(六) 移动通信信道

移动通信信道是供个人用户(手机)进行无线语音与数据通信的信道。由于环境中通常存在大量的建筑物与其他障碍物,电磁波常常需要通过散射和衍射才能到达接收机。因此,移动通信信道是复杂的时变信道。

移动信道具有多径效应和阴影效应。

多径衰落使得信号电平中值在短时间快速下降,产生瞬间的衰落尖峰。合成信号振幅发生深度且快速的起伏,称为快衰落。因为多径衰落的信号包络服从瑞利分布,因此又称之为瑞利衰落。

阴影效应指当电波在传播路径上遇到起伏地形、建筑物、植被(高大的树林)等障碍物的阻挡时,存在阴影区(盲区),使得电波被吸收或被反射导致移动台接收不到信息。由于移动台不断移动,电波传播路径上的地形、地物不断变化,它造成的衰落比多径效应引起的快衰落要慢得多,所以叫慢衰落。慢衰落的信号包络服从对数正态分布。

为了防止因衰落引起的通信中断,在信道设计中,必须使信号的电平留有足够的余量,以使中断率小于规定指标,这种电平余量称为衰落储备。

第四节 模拟通信系统

在实际的通信中,由于通信业务的多样性,消息的来源也是多种多样的,但基本可以分为两大类:连续的和离散的。连续的消息,如语音,其声波振动的幅度随时间连续变化,这样的信号称为模拟信号;而离散消息,如打字机产生的消息,其输出的符号个数是有限的,这样的信号称为数字信号。

根据信号方式的不同,通信可分为模拟通信和数字通信。利用模拟信号来传

递信息的通信系统称为模拟通信系统。模拟通信是伴随着电话与无线电广播等语音通信的发展而发展起来的,曾经盛行于世。

信源发出的没有经过调制的原始信号称为基带信号。基带信号的频谱通常从零频附近开始,如:语音信号的频率范围为 300~3400Hz,图像信号的频率范围为 0~6MHz。如果有些信道可以直接传输基带信号,而不需要调制与解调单元,这种传输就称为基带传输。然而,大多数的模拟通信系统需要实施频带传输,称为模拟调制系统。

一、调制与解调

调制(Modulation)是指将基带信号变换为适合于信道传输的频带信号的过程。调制的本质是进行频谱搬移,将信号由低频搬移到高频。调制信号也称为基带信号,这些信号可以是模拟的,也可以是数字的。

所谓模拟调制是指用来自信源的基带模拟信号去调制某载波信号,使载波的某个参量随基带信号而变化。载波是指未受到调制的周期性信号,它的信号形式可以是正弦载波,也可以是周期性脉冲序列。载波受调制后的信号称为已调信号。

调制是通信系统中非常重要的步骤,其作用如下。

(1) 频谱搬移,使信号频谱与信道特性匹配。自然界中传送的信号大多数是低通型信号,而信道大多为带通型的,为了使低通型信号能在带通型信道中传输,就需要进行调制。

(2) 实现信道的多路复用,以提高信道利用率。由于信道的带宽远大于单路信号的带宽,因此为了有效地利用信道,在一条信道上传输多路信号且互不干扰,可以利用调制将各路信号所占的频带在信道通带内按序排列,实现多路复用。

(3) 有效的电磁辐射。根据天线电波传输理论,为了获得较高的辐射效率,天线的尺寸应与传输信号的波长相当。若信号波长为 λ , 天线尺寸一般应大于 $\frac{\lambda}{4}$ 。

因此,对于 3000Hz 的基带信号要有效辐射,天线尺寸至少需要 25km,这样庞大的天线无法实现。若采用调制技术,把基带信号搬移到较高的频率,就可以实现有效辐射了。

(4) 提高抗干扰性,改善系统的抗噪声性能。可以采用调制技术,将信号安排在人们设计的频段内,较为方便地实现滤波和放大,提高通信质量。

解调(Demodulation)是调制的逆过程,其作用是将已调信号中的基带信号(即

调制信号)恢复出来。解调的过程要尽量抑制信道引入的噪声和畸变。

二、线性调制与非线性调制系统

模拟调制系统是以正弦波为载波的调制方式,它又可以分为线性调制与非线性调制两大类。

线性调制是指已调信号的频谱结构和调制信号(基带信号)的频谱结构相同,即已调信号的频谱是调制信号频谱沿频率轴平移的结果。线性调制主要包括调幅、双边带、单边带、残留边带这几种方式。

非线性调制是指已调信号与调制信号之间不存在这种对应关系。已调信号频谱除了频谱搬移之外,还增加了许多新的频率成分,所占用的频带宽度也可能大大增加。非线性调制主要包括频率调制、相位调制。

三、频分多路复用及模拟调制系统应用举例

复用是解决如何利用一条信道同时传输多路信号的技术。复用有频分复用(FDM)、时分复用(TDM)、空分复用(SDM)和码分复用(CDM)等。

在频分复用中,信道的带宽被分为多个互不重叠的子通道,每路信号占据其中一个子通道,并且各路之间必须留有未被使用的频带进行分隔,以防止信号重叠。在接收端,采用适当的带通滤波器将多路信号分开,从而恢复出所需要的信号。

频分复用的最大特点是可以在同一条信道上同时传送多路信号,且互不干扰,大大提高了信道的利用率。为了防止相邻信号之间产生互相干扰,应使相邻信号之间留有防护频带。

频分复用技术主要用于模拟信号,普遍应用于载波电话和无线电广播系统中。例如,普通中波段收音机的接收频段是535~1605kHz,该频段可以看成是一个物理传输信道。各地广播电台将各自的广播节目以调幅的方式调制到不同频率的载波上供听众收听。听众通过旋转调台旋钮改变收音机内的带通滤波器的中心频率,当带通滤波器的中心频率与听众欲接收广播节目的载频相同时,就可以将该节目信号选择出来,再通过放大、解调等处理还原成音频信号由扬声器播放出来。

FDM技术的主要优点是信道利用率高,技术成熟;缺点是设备复杂,滤波器制作困难,且在复用过程中,会引入非线性失真。