

全国高等教育自学考试指定教材
邮电管理工程专业（独立本科）

现代电信技术概论

（附现代电信技术概论自学考试大纲）

全国高等教育自学考试指导委员会办公室 组编

主编 吴德本 李惠敏

全国高等教育自学考试指定教材

邮电管理工程专业（独立本科）

现代电信技术概论

(附现代电信技术概论自学考试大纲)

全国高等教育自学考试指导委员会办公室 组编

主编 吴德本 李惠敏

中国人民大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代电信技术概论/吴德本等主编.

北京:中国人民大学出版社,1999

全国高等教育自学考试指定教材

邮电管理工程专业

附现代电信技术概论自学考试大纲

ISBN 7-300-03099-8/G·575

I. 现…

II. 吴…

III. 电信-技术-高等教育-自学考试-教材

IV. F623

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 13806 号

全国高等教育自学考试指定教材

邮电管理工程专业(独立本科)

现代电信技术概论

(附现代电信技术概论自学考试大纲)

全国高等教育自学考试指导委员会办公室 组编

主编 吴德本 李惠敏

出版发行:中国人民大学出版社

(北京海淀路 157 号 邮编 100080)

发行部:62514146 门市部:62511369

总编室:62511242 出版部:62511239

E-mail:rendafx@263.net

经 销:新华书店

印 刷:中国人民大学印刷厂

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:16.25

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

字数:396 000

定价:22.00 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

《自学考试教材》出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本任务。经教育部同意,我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材,以满足社会自学和适应考试的需要。《现代电信技术概论》是为高等教育自学考试邮电管理工程专业(独立本科)组编的一套教材中的一种。这本教材是根据专业考试计划,从造就和选拔人才的需要出发,按照全国高等教育自学考试指导委员会颁布的《现代电信技术概论自学考试大纲》的要求,结合自学考试的特点,组织高等院校一些专家、学者集体编写而成的。

邮电管理工程专业(独立本科)《现代电信技术概论》自学考试教材,是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。现经组织专家审定同意予以出版发行。我们相信,高等教育自学考试教材的陆续出版,必将对我国高等教育事业的发展,保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试,我们希望得到社会各方面的关怀和支持,使它在使用中日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

1999年2月

编 者 的 话

物质、能源和信息是人类的三大资源。在农业社会和工业社会,人类开发的资源以物质资源和能源资源为主。当今社会已经进入信息社会,发展信息技术,开发信息资源是信息社会的主要特点之一,而电信技术是信息技术的重要组成部分。为了适应社会的这一发展,满足广大通信管理干部和工程技术人员自学的需要,我们编写了《现代电信技术概论》一书。

本书讲述现代电信的相关概念和涉及的关键技术。

全书共分十一章。第一章预备知识,介绍正弦信号、信号的频域分析、模拟通信与数字通信,为阅读本书做知识准备。第二章介绍信息、信息技术、信息高速公路的概念和模型,及我国建设信息高速公路的方针和政策。第三章介绍数字化技术及 SDH。数字化技术是学习后续各章的基础。第四章介绍信息传输技术,包括光纤通信、数字微波通信、卫星通信、移动通信及接入网技术。第五章介绍高速数据网技术,包括数据通信的一般概念、计算机网络体系结构、计算机局域网、网络互联、帧中继技术和 Internet。第六章介绍程控交换原理与 No.7 信令系统。第七章介绍多媒体技术。第八章介绍 ISDN 与 B-ISDN (含 ATM)。第九章介绍智能网技术。随着信息社会的发展,人们要求信息网提供越来越多的业务服务,智能网是满足人们这一要求的最佳途径。第十章介绍信息安全技术。第十一章介绍电信管理网技术。

本书是为自学人员编写的电信新技术教材。内容上,一方面注意加强基本原理的论述,另一方面对当前电信技术的热点(如 SDH、接入网技术、计算机网络互联、帧中继技术和 Internet、No.7 信令系统、ISDN、ATM、智能网、信息安全、电信网管理技术等)都给予较大的关注。编写中力求内容新颖、深入浅出、通俗易懂,注重从基本概念出发讲清关键技术的工作原理,避免了繁琐的数学公式推导。

本书由上海交通大学宋文涛教授、北方交通大学聂涛教授、北京邮电大学乐光新教授主审。他们给予编者悉心的指导及大力支持。在此致以衷心的感谢。

本书也可作为信息类大专院校教学用书或供通信部门的干部及工程技术人员参考。

由于本书涉及面广,加之编者水平有限,时间紧迫,书中难免有不妥与错误之处,敬请读者批评指正。

本书配有由本书作者主讲的 VCD,若要购买,请与中国人民大学出版社联系。

吴德本 李惠敏

1999 年 2 月

目 录

现代电信技术概论

第一章 预备知识	(3)
一、正弦信号	(3)
二、信号的频域分析	(3)
三、模拟通信和数字通信	(5)
第二章 信息高速公路的一般概念	(7)
一、消息、信息和信息量	(7)
二、信息技术	(8)
三、信息高速公路产生的背景	(8)
四、NII 的含义及模型	(9)
五、建设中国的 NII	(10)
第三章 数字化技术及 SDH	(12)
第一节 数字通信概述	(12)
一、数字通信系统构成及特点	(12)
二、数字通信的主要性能指标	(13)
第二节 数字终端技术	(13)
一、A/ D 变换	(14)
二、时分多路复用及 PCM 30/ 32 系统帧结构	(16)
第三节 同步技术	(18)
一、位同步	(18)
二、帧同步	(18)
三、复帧同步	(18)
四、数字同步网	(19)
第四节 数字传输技术	(22)
一、数字信号的基带传输	(22)
二、数字信号的频带传输	(25)
第五节 数字复接技术	(26)
一、数字复接系列	(27)
二、复接方法	(27)
三、正码速调整	(28)
第六节 同步数字系列 (SDH)	(30)
一、同步数字系列的产生	(30)

二、SDH 的速率与帧结构	(31)
三、SDH 的基本概念和特点	(32)
四、SDH 复用结构	(34)
五、SDH 的组网技术	(36)
第四章 信息传输技术	(40)
第一节 光纤通信	(40)
一、概述	(40)
二、光纤	(41)
三、光发射机	(42)
四、数字光接收机	(45)
五、光中继器	(45)
六、光纤通信新技术介绍	(46)
第二节 数字微波中继通信	(48)
一、微波通信的特点	(48)
二、数字微波通信系统的组成	(48)
三、数字信号的调制与解调	(48)
第三节 卫星通信	(51)
一、概述	(51)
二、卫星通信系统的组成	(52)
三、甚小天线地球站 (VSAT) 卫星网络系统	(56)
第四节 移动通信	(57)
一、移动通信概述	(57)
二、公用陆地模拟移动通信系统	(60)
三、泛欧数字蜂窝系统 (GSM)	(64)
四、CDMA 数字蜂窝通信	(68)
五、卫星移动通信	(73)
六、第三代移动通信系统	(76)
第五节 接入网	(78)
一、接入网的由来及含义	(78)
二、接入网的适用对象	(79)
三、接入网的接口技术	(80)
四、接入网的传输技术	(81)
第五章 数据通信技术	(87)
第一节 数据通信概述	(87)
一、数据通信的特点	(87)
二、数据通信系统构成	(87)
三、传输代码	(88)
四、数据通信线路连接方式和数据传输方式	(89)
五、差错检测及控制	(92)

六、数字数据网 (DDN)	(93)
第二节 计算机网络体系结构	(95)
一、网络协议及网络体系结构	(95)
二、物理层	(96)
三、数据链路层	(99)
四、网络层	(101)
五、传输层	(104)
六、高层协议	(104)
第三节 计算机局域网	(105)
一、局域网概述	(105)
二、局域网的拓扑结构	(108)
三、典型局域网简介	(110)
第四节 网络互联	(111)
一、概述	(111)
二、网络互联设备	(112)
三、TCP/ IP 协议	(114)
四、X.75 协议	(117)
第五节 帧中继技术	(117)
一、发展帧中继的背景	(117)
二、帧中继技术概述	(118)
三、帧中继与 X.25 的比较	(120)
四、帧中继技术的优越性	(120)
第六节 因特网 (Internet)	(121)
一、Internet 的优点	(121)
二、Internet 的工作文件 RFC (Request for Comment)	(121)
三、Internet 的地址	(121)
四、Internet 的基本信息服务	(123)
五、Internet 的检索工具	(125)
六、电子公告板 (BBS) 和网络新闻 (USENET)	(127)
第六章 程控交换原理与 No.7 信令系统	(128)
第一节 程控电话交换的基本概念	(128)
一、电话交换机的分类	(128)
二、程控数字交换原理	(128)
三、数字交换机的组成	(131)
第二节 No.7 信令系统	(132)
一、信令的基本类型	(133)
二、No.7 信令系统	(134)
第七章 多媒体技术	(141)
第一节 多媒体技术概述	(141)

一、什么是多媒体	(141)
二、多媒体技术的特征	(141)
三、多媒体系统的类型	(142)
四、多媒体的技术基础	(143)
第二节 多媒体系统的数据压缩技术	(143)
一、概述	(143)
二、图像压缩编码标准	(144)
三、图像数据压缩的基本方法	(147)
四、语音信息压缩编码	(150)
第三节 多媒体通信和同步技术	(151)
一、概述	(151)
二、多媒体通信的特点	(151)
三、多媒体对通信网的要求	(152)
四、多媒体通信的同步技术	(153)
五、现有网络对多媒体通信的支持	(155)
第四节 计算机支持的协同工作 (CSCW)	(156)
一、基本概念	(156)
二、CSCW 的关键技术	(157)
第五节 多媒体终端技术	(158)
第六节 数字化多媒体信息的存储技术	(160)
一、概述	(160)
二、只读光盘	(161)
三、一次写光盘	(162)
四、可擦写光盘	(162)
第八章 综合业务数字网 (ISDN) 与异步转送方式 (ATM)	(163)
第一节 综合业务数字网 (ISDN 及 B-ISDN)	(163)
一、ISDN 出现的背景	(163)
二、ISDN 的基本概念	(163)
三、ISDN 的业务及应用	(167)
四、宽带综合业务数字网 (B-ISDN)	(168)
第二节 异步转送方式 (ATM)	(170)
一、ATM 的基本概念	(170)
二、ATM 的信元结构	(171)
三、ATM 的复用	(173)
四、ATM 协议模型	(174)
五、ATM 传输网	(177)
六、ATM 交换技术	(180)
第三节 ATM 网络支持 IP	(183)
一、概述	(183)

二、IP 与 ATM 技术差别	(184)
三、IP 与 ATM 结合的方式	(185)
四、IPOA 简介	(186)
五、局域网仿真 (LANE) 简介	(187)
第九章 智能网 (IN)	(189)
第一节 概述	(189)
一、智能网的基本概念	(189)
二、智能网的特点	(191)
三、智能网业务	(191)
第二节 智能网的概念模型 INCM	(192)
一、业务平面 (SP)	(193)
二、全局功能平面 (GFP)	(194)
三、分布功能平面 (DFP)	(196)
四、物理平面 (PP)	(197)
第三节 实例	(199)
一、业务平面	(199)
二、全局功能平面	(200)
三、分布功能平面	(200)
四、物理平面	(200)
第十章 信息安全技术	(201)
第一节 现代电信系统安全的重要性	(201)
一、现代电信系统面临的威胁	(201)
二、信息安全保护需求	(201)
第二节 信息安全技术的实现	(202)
一、信息系统安全对策	(202)
二、实体安全技术	(203)
三、数据安全技术	(203)
四、软件安全技术	(205)
五、计算机病毒的防治	(206)
六、网络安全技术	(207)
第三节 防火墙技术简介	(210)
一、防火墙在网络安全中的重要性	(210)
二、防火墙的主要技术	(210)
三、防火墙存在的问题	(212)
四、对新一代防火墙的建议	(213)
第十一章 电信管理网 (TMN)	(214)
一、概述	(214)
二、基于 NSA 体系结构的网络管理系统	(215)
三、电信管理网 TMN 的组成	(216)

英文缩写词汇 (220)

附 现代电信技术概论自学考试大纲

《自学考试大纲》出版前言 (231)

 I. 课程的性质及其设置的目的和要求 (232)

 II. 课程内容与考核目标 (233)

 III. 有关说明和实施要求 (245)

附录：题型举例 (247)

《自学考试大纲》后记 (249)

现代电信技术概论

第一章 预备知识

一、正弦信号

电信是以电信号驮载待传信息进行传输和交换的通信方式。在电信号中使用最多的信号是正弦信号。正弦信号的波形如图 1-1 所示。正弦信号的数学表达式为：

$$u(t) = U_m \times \sin(\omega t + \varphi)$$

式中： U_m ——正弦波的振幅，表示正弦波的最大值；

ω ——正弦波的角频率， $\omega = 2\pi f$ ， f 为正弦波的频率，表示正弦在单位时间内重复变化的次数， f 的单位为 Hz；

φ ——正弦波的初相角，当 $t=0$ 时， $u(0) = U_m \times \sin\varphi$ ，所以 φ 值决定 $u(0)$ 的大小。

以上三个参数称为正弦波的三要素。只要这三个参数确定了，正弦波的波形也就确定了。

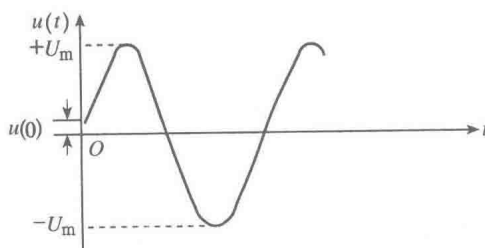


图 1-1 正弦信号

二、信号的频域分析

图 1-2 中有两个正弦波，一个振幅为 3 V，频率为 1 Hz（图中以虚线表示）；另一个振幅为 1 V，频率为 3 Hz（图中以点划线表示）。现将这两个正弦波点点相加，得合成波形如实线所示。也可以说实线波形可以分解为上述两个不同振幅、不同频率正弦波的叠加。这个结论可以用频谱图形象地表示出来，如图 1-3 所示。频谱图中，两条谱线的长度分别代表两个正弦波的振幅；谱线在频率轴上的位置分别为正弦波的频率。

上述特例可以推广到一般情况：任何波形的信号都可以分解为若干个不同振幅、不同频率正弦波的叠加。例如，话音信号就可以分解为 $f = 20 \text{ Hz} \sim 20 \text{ kHz}$ 的很多个正弦波的叠加。话音信号的波形及其频谱如图 1-4 所示。称 $B = f_H - f_L = 20 \text{ kHz} - 20 \text{ Hz}$ 为话音信号的信号带宽。当然，由于话音信号波形十分复杂，不可能像图 1-2 那样直观地看出它是由哪些正

弦波叠加而成。实际上，波形的分解是采用数学工具正交函数完成的。

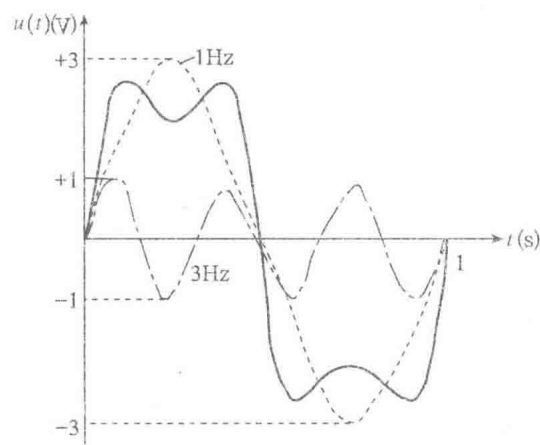


图 1-2 两个正弦信号的叠加

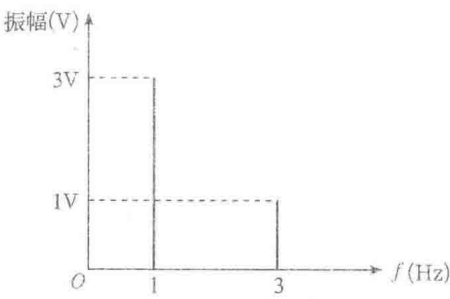


图 1-3 图 1-2 波形的频谱图

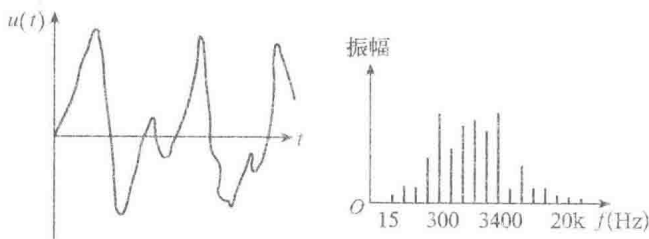


图 1-4 话音信号的波形及其频谱

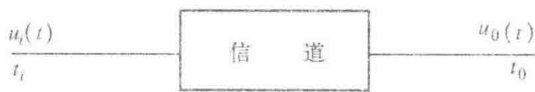


图 1-5 信道示意图

设信道的输入电压为 $u_i(t)$ ，输出电压为 $u_o(t)$ 。如图 1-5 所示。定义信道的传输系数为

$$K(f) = \frac{u_o}{u_i}$$

定义信道的时延系数为

$$\tau(f) = \text{信号到达输出端的时刻 } t_0 - \text{信号进入输入端的时刻 } t_i$$

通常 K 和 τ 都是频率 f 的函数，所以式中分别表示为 $K(f)$ 和 $\tau(f)$ 。显然，若希望话音信号无失真地从输入端传输到输出端，必然要求所有叠加的正弦波按同样的传输系数、同样的时延系数传输到输出端，即在信号带宽范围内，传输系数和时延系数不随频率改变，为一条水平直线，如图 1-6 所示，称为信道无失真的传输条件。图中 f'_H 为信道容许通过的最高信号频率， f'_L 为信道容许通过的最低信号频率。定义 $B' = f'_H - f'_L$ 为信道带宽。由上

述可见,若要求信道无失真地传输信号,则要求信道带宽 $B' \geq \text{信号带宽 } B$ 。

在话音通信中,为了节省信道带宽,使同一信道可以传输更多路的话音信号,一般取话音信号带宽为 $B = 300 \text{ Hz} \sim 3400 \text{ Hz}$ 。这样做虽然使收端话音信号波形有一定的失真,但仍然可以满足对话音信号的响度、清晰度、自然度(使受话者能够辨别熟悉的发话者)的要求。对电视信号采用傅氏变换可以得知,电视信号的信号带宽为 $B = 0 \text{ Hz} \sim 6 \text{ MHz}$ 。相对而言,可将话音信号称为窄带信号,电视信号称为宽带信号。

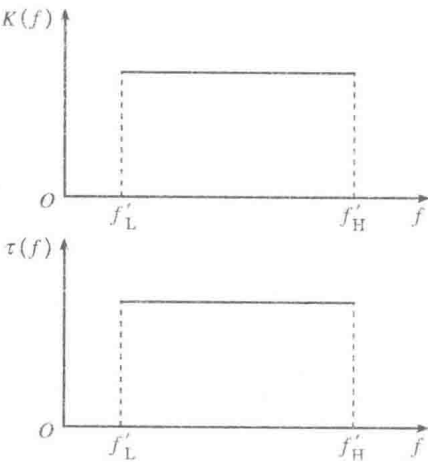


图 1-6 信道无失真的传输条件

三、模拟通信和数字通信

电信号分为模拟信号和数字信号两大类。图 1—4 所示的话音信号,其波形随时间的变化模拟话音的变化,这种信号称为模拟信号。从图可见,模拟信号的函数值随时间连续变化。模拟信号的特点是:

- (1) 函数的取值为无限多个;
- (2) 当发话者的话音改变时,信号的波形也改变,即模拟信号待传递的信息包含在信号的波形之中。

我国现在使用的公众电报采用的是编码电报,即用 4 位数字表示一个汉字。例如“长江”两字分别表示为“7022”和“3068”。0~9 这 10 个数字可以用莫尔斯电码表示。例如数字“2”的莫尔斯电码为“.._”,其波形如图 1-7 所示。从图 1-7 可见,该信号的自变量及函数的取值都是离散的,称之为数字信号。数字信号的特点为函数的取值为有限多个(图 1-7 中函数取值只有两个,即 $+E$ 及 0,称为二进制码组。数字“2”莫尔斯电码的二进制码组即为“101011”,组成码组的各符号单元称为码元);此外,数字信号待传递的信息包含在码元的不同组合之中。

通信的目的是传递和交换信息。若信道中传送模拟信息的通信系统,称为模拟通信;信道中传送数字信息的通信系统称为数字通信系统。与模拟通信相比数字通信有以下特点。

- (1) 抗干扰能力强、无噪声积累。在模拟通信中,待传信息包含在信号的波形之中。模拟信号在传输的过程中,信号不断衰减,噪声对信号波形的污染却不断叠加,而且这种污染

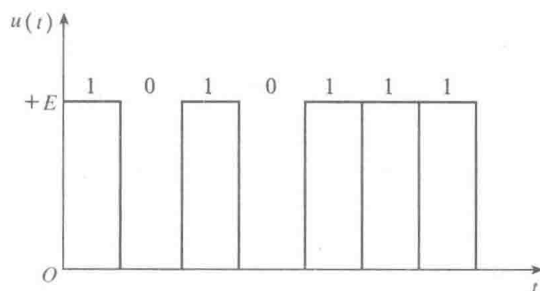


图 1-7 数字“2”的莫尔斯电码波形

是无法除掉的，使信噪比大大降低。对于数字通信，由于数字信号待传递的信息包含在码元的组合之中，而不是在信号的波形之中，虽然信号也受到噪声的污染，但可以采用设置再生中继器的办法，使信号再生，消除噪声的积累，使信噪比大大提高。

(2) 便于构成综合业务数字网 (ISDN)。话音、电视图像等模拟信号，经数字化处理，可以转换为数字信号。这种信号与计算机所用信号一致，都是二进制代码，便于实现综合业务数字网。

(3) 便于加密处理。

(4) 数字电路易于集成化，因而体积小、功耗低，制造简单，可靠性高。

(5) 占用信道带宽较宽。一路模拟电话的频带宽度为 4 kHz，一路数字电话约占 64 kHz 带宽；模拟电视信号只有 6 MHz 带宽，但数字电视约占 100 MHz 的带宽。随着宽频带信道的大量采用以及数字信号处理技术的发展，数字通信的带宽问题已经不是主要问题了。

由于数字通信与模拟通信相比具有极大的优越性，所以数字通信正逐步取代模拟通信。