

铁路职业教育铁道部规划教材

现代通信概论

XIANDAITONGXINGAILUN

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

及德增/主编 黄欣萍/主审

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(高 职)

现代通信概论

及德增 主 编

黄欣萍 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京

内 容 简 介

全书共分为8章,主要内容包括:通信网的基本知识、交换技术与电话网、数据通信、光纤通信、无线通信、图像通信、铁路专用通信、支撑网等,较全面地介绍了现代通信的基本概念和现代通信技术的重要基础知识。特别是根据铁路行业的特点,重点介绍了通信新技术在铁路运输系统中的应用。

本书可作为铁路高职院校通信专业的教材或学习参考用书,也可作为相关专业职工培训教材或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信概论/及德增主编. —北京:中国铁道出版社,2010.12

铁路职业教育铁道部规划教材·高职

ISBN 978-7-113-12264-5

I. ①现… II. ①及… III. ①通信技术-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第245583号

书 名:现代通信概论

作 者:及德增

责任编辑:武亚雯 李慧君 电话:010-51873134 电子信箱:tdjc 701@126.com
封面设计:崔丽芳 教材网址: <http://www.tdjiaocai.com>
责任校对:张玉华
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河兴达印务有限公司

版 次:2010年12月第1版 2010年12月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5 字数:362千

书 号:ISBN 978-7-113-12264-5

定 价:30.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育铁道部规划教材。本书是根据铁路高职教育铁道通信专业教学计划“现代通信概论”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育铁道通信专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育铁道通信专业教材编审组审定。

随着现代通信及互联网技术的高速发展和普遍运用,传统的通信网向着宽带、IP、移动方向快速演进。通信网近年来发生了翻天覆地的变化,现代通信网的功能变得越来越强大,人类社会的发展与进步对通信技术的依赖程度也越来越高,通信技术深刻地影响着社会经济和人们的生活。

铁路是国家的重要基础设施和国民经济的大动脉,它在我国的交通运输系统中起着十分重要的作用。作为铁路运输的重要组成部分,铁路通信被人们比喻为铁路的神经系统,可见通信在铁路运输中具有极为重要的地位。随着铁路运输装备的现代化,铁路通信技术及设备近年来也得到了快速发展。

本书的编写目的是使读者掌握现代通信的基本概念,理解通信网中关键技术的基本原理;针对铁路运输的特点,结合铁路通信技术应用现状和发展情况,对现代通信技术在铁路运输中的运用建立起全面、整体的概念,为学习后续专业课程打下良好的基础。

本书以现代通信网为主线,系统地讲述了通信网的概念、结构及现代通信技术的基本知识,全书共分8章,具体如下:

第一章介绍了现代通信网的基本概念、分类、结构、传输技术基础等内容,简要介绍了现代通信网的发展历史、现状和趋势。

第二章介绍了交换的基本概念、数字交换原理、数字交换机的组成、呼叫接续过程、信令系统、电话通信网、综合业务数字网、软交换的基本知识。

第三章介绍了数据通信的基本概念、数据信号的传输方式、数据交换、数据通信规程和协议、计算机通信网。

第四章介绍了光纤通信的基本概念,光纤、光缆的结构、分类和传输原理,光纤通信系统组成。

第五章介绍了无线通信的基本概念、无线通信系统的组成和工作方式、微波通信的基本概念和系统组成、卫星通信的概念和系统组成、移动通信系统的组成、GSM系统结构和网络结构、CDMA系统的基本原理等。

第六章介绍了图像通信概述、图像通信关键技术简介、可视电话、数字电视、会议电视系统。

第七章介绍了铁路专用通信的基本概念、站场通信、区段通信与数字调度通信系统、铁路移动通信。

第八章介绍了支撑网的基本知识,包括信令网、同步网、电信管理网的概念、组成及网络功

能、铁路应急通信的概念与铁路应急通信系统的组成。

本书的主要特点为：

(1)内容丰富。比较全面地介绍了现代通信网的基本知识,并力求反映通信网的最新发展状况。

(2)联系实际。结合铁路通信技术应用现状和发展情况组织教材内容,有利于提高读者的学习兴趣、激发他们的学习热情。

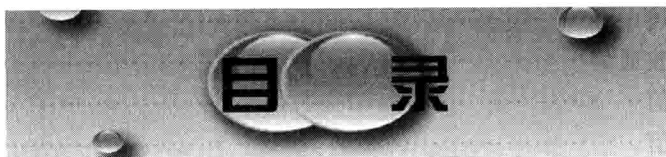
(3)叙述问题力求简明扼要、深入浅出、循序渐进,以利于读者逐步掌握和提高。各章节既有联系,又有一定的独立性。读者可根据需要选读有关内容。

本书由天津铁道职业技术学院及德增主编,柳州铁道职业技术学院黄欣萍主审。编写分工为及德增编写第一章、第二章、第七章(第六节),祖晓东编写第三章,冯宪慧编写第四章、第五章,刘阳编写第六章,贺明华编写第七章(第一节至第五节),庞高荣编写第八章。谨向相关参考文献的作者和给予本书编写工作大力支持与帮助的天津铁道职业技术学院邵汝峰、卜爱琴、李立功等老师表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平所限,书中难免存在疏漏与不当之处,敬请读者指正。

编者

2010年10月



第一章 通信网的基本知识	1
第一节 通信系统的概念	1
第二节 现代通信网的组成与特点	4
第三节 通信网的分类	7
第四节 传输技术基础知识	9
第五节 通信网的发展	23
复习思考题	25
第二章 交换技术与电话网	26
第一节 概 述	26
第二节 数字交换原理	30
第三节 程控交换机的组成	34
第四节 呼叫接续过程	40
第五节 信号系统	45
第六节 电话通信网	49
第七节 综合业务数字网	56
第八节 软交换的基本知识	63
复习思考题	67
第三章 数据通信	68
第一节 数据通信概述	68
第二节 数据信号的传输方式	72
第三节 数据交换	74
第四节 数据通信规程和协议	78
第五节 计算机通信网	81
复习思考题	88
第四章 光纤通信	90
第一节 概 述	90
第二节 光纤与光缆	93
第三节 光纤通信系统	101
复习思考题	107

第五章 无线通信	108
第一节 概 述	108
第二节 数字微波通信	111
第三节 卫星通信	114
第四节 移动通信	119
复习思考题	136
第六章 图像通信	137
第一节 图像通信概述	137
第二节 图像通信关键技术简介	139
第三节 可视电话	142
第四节 数字电视	144
第五节 会议电视系统	152
复习思考题	154
第七章 铁路专用通信	156
第一节 概 述	156
第二节 站场通信	158
第三节 区段通信与数字调度通信系统	162
第四节 铁路移动通信	177
第五节 高速铁路专用通信系统技术	191
第六节 铁路应急通信	193
复习思考题	203
第八章 支撑网	204
第一节 信 令	204
第二节 同 步	209
第三节 电信管理网	212
复习思考题	222
参考文献	223

第一章

通信网的基本知识

【学习目标】

1. 掌握通信系统的组成及各部分的作用；
2. 了解通信网的发展；
3. 掌握通信网的基本概念、构成要素和拓扑结构；
4. 了解通信网的分类；
5. 了解通信协议和技术指标的概念。

第一节 通信系统的概念

一、什么是通信

通信实际上就是消息的传递。通信中所传递的消息,有各种不同的形式,如语言、符号、文字、数据、图像等。通信的目的就是解决人与人、人与机器、机器与机器之间的沟通问题。

通信的历史已相当久远,通信的方式也是多种多样的,如古代的烽火传“信”、击鼓为“号”、快马传“书”,现代的电报、电话、数据、广播电视以及遥感控制等。通信的方式虽种类繁多,但我们可以将其分为电通信与非电通信两大类。顾名思义,电通信就是以电信号的形式来传递信息(借助电磁波的传播来实现消息的传递)。通常,如不加特殊说明,人们所指的通信就是“电”通信,简称“电信”。

在电通信中,首先是在发送端将原始信息转换成电信号,然后通过信道进行传输,在接收端再将收到的电信号还原为原始信息。现代通信技术,就是随着科技的不断发展,采用最新的技术不断优化通信的各种方式,让人与人的沟通变得更为便捷,有效。现代通信实现了人们在异地快速进行信息交流的愿望,即使双方远隔千山万水,信息瞬间即到,大大缩短了时间与空间距离。在当今的社会生活中,通信与人们的生活息息相关。通信的发展离不开科学技术的进步,同时通信也在人类生活中发挥着越来越重要的作用,毫不夸张地说,现代通信技术把人类带入了一个全新的信息时代,通信技术的发展标志着人类社会的文明与进步。

二、通信系统的基本模型

一般将完成通信任务的全部技术设备和设施称为通信系统。通信系统的功能是对原始信号进行转换、处理和传输。由于完成通信任务的通信系统种类繁多,因此它们的具体设备和业务功能也就不尽相同,经过抽象概括,可以得到通信系统的基本模型,如图 1-1 所示。从总体上看,通信系统一般由信源、发送变换器、信道、接收变换器和信宿五部分组成。其中的每一部分完成一定的功能,每一部分都可能包括很多的电路,甚至是一个庞大的设备。噪声是干扰人

们休息、学习和工作的声音。通信系统的噪声会影响通信质量,如话音清晰度降低、数据传输错误等。



图 1-1 通信系统的基本模型

1. 信源

信源是指发出信息的源头(基本设施)。在人与人之间直接进行通信时,信源指的是发出信息的人。在设备与设备之间进行通信时,信源指的就是能够发出信息的设备,其作用是将输入的原始信息变换为电信号,此信号通常称作基带信号。

根据所产生信号性质的不同,信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源(如电话机、传真机等)输出连续幅度的模拟信号;数字信源(如电传机、计算机等)输出离散的数字信号。

2. 发送变换器

发送变换器的基本功能是将信源和信道匹配起来,即将信源产生的基带信号变换为适合在信道上传输的信号。不同信道有不同的传输特性,而由于要传送的信息种类很多,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、模/数转换、纠错、编码、加密、调制、多路复用等。

3. 信道

信道是指信号的传输媒介,即信号是经过信道传送到接收变换器的。信道一般分为有线信道(如双绞线、同轴电缆、光纤等)和无线信道(如长波、中波、短波、微波等)两类。

信道既给信号提供通路,也会对信号产生各种噪声和干扰。传输信道的固有特性和干扰直接关系到通信的质量。

4. 接收变换器

接收变换器的工作过程是发送变换器的逆工作过程。发送变换器把不同形式的基带信号变换成适合信道传输的信号,通常这种信号不能为信息接收者接收,需要用接收变换器把从信道上接收的信号再变换成原来的基带信号。接收变换器的主要处理方式有多路分解、解调、解密、解码、数/模转换等。

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,所以接收端与发送端的基带信号总会有一定的差别。

5. 信宿

信宿是传输信息的归宿,也就是信息的接收者,如听筒、显示屏等。其作用是将复原的基带信号转换成原始形式的信息。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—机通信或机—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。通信系统都是在有噪声的环境下工作的,因此噪声源在实际的通信系统中是客观存在的。

应当指出,以上模型是点对点的单向通信系统。对于双向通信,通信双方都要有发送和接收变换器。若想要完成多个用户中的任意两个用户之间的双向通信,还需要通过通信网将所

有用户连接起来,以实现相互通信的目的。

三、现代主要通信技术简介

现代的主要通信技术范围广泛,如数字通信技术、程控交换技术、信息传输技术、移动通信技术、图像通信技术、数据通信技术等。

数字通信即传输数字信号的通信,它可传输电报、数字数据等数字信号,也可传输经过数字化处理的语声和图像等模拟信号。数字通信以其抗干扰能力强、通信质量不受距离的影响、能适应各种通信业务的要求、便于采用大规模集成电路、便于实现保密通信和计算机管理、便于存储、便于处理和交换等特点,已经成为现代通信网中的最主要的通信技术基础,广泛应用于现代通信网的各种通信系统。

程控交换技术是指根据需把预先编好的程序存入计算机后控制通信中各种链路的按需交换(连接)。程控交换最初是由电话交换技术发展而来,由当初电话交换的人工转接,自动转接和电子转接发展到现在的程控转接技术,到后来,由于通信业务范围不断扩大,交换技术已经不仅仅用于电话交换,还能实现传真、数据、图像通信等交换。程控数字交换机处理速度快、体积小、容量大、灵活性强、服务功能多、便于改变交换机功能、便于建设智能网,向用户提供更多、更方便的通信服务。随着电信业务从以话音为主向以非话业务为主转移,交换技术也相应的从传统的电路交换技术逐步转向基于分组的数据交换和宽带交换,以及适应下一代网络基于 IP 的业务综合特点的软交换方向发展。

信息传输技术主要包括光纤通信、数字微波通信、卫星通信等。光纤是以光波为载体,以光导纤维为传输介质的一种通信方式,其主要特点是频带宽、损耗低、中继距离长;具有抗电磁干扰能力、重量轻、耐腐蚀、不怕高温等优点。数字微波中继通信是指利用波长为 1~100 mm 范围内的电磁波通过中继站传输信号的一种通信方式,其主要特点为信号可以“再生”、便于数字程控交换机的连接、便于采用大规模集成电路、保密性好和可用频带较宽。卫星通信简单而言就是地球上的无线电通信站之间利用人造地球卫星作中继站而进行的通信,其主要特点是:通信距离远、投资费用和通信距离无关、工作频带宽、通信容量大、适用于多种业务的传输、易于实现广播和多址传送、不受陆地灾害影响等。

移动通信是移动体之间的通信或移动体与固定体之间的通信。移动体可以是人,也可以是汽车、火车、轮船、收音机等在移动状态中的物体。移动通信系统由空间系统和地面系统两部分组成。移动通信的优点是可以在移动的时候进行通信、方便、灵活、经济效益明显等,因此近年来得到了迅速的发展。现在的移动通信系统主要有全球数字移动通信系统(GSM)、码分多址蜂窝移动通信系统(CDMA),第三代移动通信系统(3G)也已投入商用,即 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 和 WiMAX。

图像通信是传送和接收图像信息的通信。它与目前广泛使用的声音通信方式不同,传送的不仅是声音,而且有看得见的图像、文字、图表等信息,这些可视信息通过图像通信设备变换为电信号进行传送,在接收端再把它们真实地再现出来。图像通信是可视信息的通信。动态图像通信对信道带宽要求很高。

数据通信网是一个由分布在各地的数据终端设备、数据交换设备和数据传输链路所构成的网络,在通信协议的支持下完成数据终端之间的数据传输与数据交换。数据通信网是计算机技术与近代通信技术发展相结合的产物,它将信息采集、传送、存储及处理融为一体,为实现广义的远程信息处理提供服务。典型应用有:文件传输、电子信箱、可视图文、信息检索与查

询、智能用户电报以及遥测、遥控等。

第二节 现代通信网的组成与特点

现代通信网(以下简称通信网)是由分布在不同地点的多个用户通信设备、传输设备、交换设备用通信线路互相连接,在相应通信软件支持下所构成的传递信息的系统。

通信网是由硬件和软件组成的庞大系统,其中硬件部分的结构和布局称为网络的拓扑结构,而软件部分决定着网络的体系结构。随着通信高新技术的不断涌现,通信网得到了快速发展,通信业务日益丰富。

一、通信网的构成要素

通信网一般由终端设备、传输系统、交换设备三大要素构成。将终端设备、交换设备通过传输系统(设备)连接起来,就构成了完整的通信网。图 1-2 所示为汇接式电话通信网的一般组成示意图,交换设备间的传输设备称为中继线路(简称中继线),用户终端设备至交换设备的传输设备称为用户路线(简称用户线)。

1. 终端设备

终端设备(又称用户设备)是通信网最外围的设备,一般供用户使用,它是用户与通信网之间的接口设备,其主要的功能是“变换”,它将用户(信源)发出的各种信息(如声音、数据、图像等)变换为适合在信道上传输的电信号,以完成发送信息的功能。或者反之,把对方经信道送来的电信号变换为用户可识别的信息,完成接收信息的功能。此外终端设备还能产生和识别网内所需的信令信息,以便相互联系和应答。

终端设备的种类有很多,如电话机、电报机、移动电话机、微型计算机、数据终端机、传真机、电视机等。有的终端本身也可以是一个局部的或小型的通信系统,但它们对于公用通信网来说是作为终端设备接入的,如局域网、办公自动化系统、专用通信网、用户交换机(PBX)等。

2. 传输系统

传输系统是传输信息的通道,也称为通信链路。传输系统包括传输媒质和延长传输距离及改善传输质量的相关设备,其功能是将携带信息的电磁波信号从发出地点传送到目的地点。传输系统将终端设备和交换设备连接起来,形成网络。

从网络结构上可将传输系统分为用户环路和干线。用户环路也称为本地线或用户线,是一个节点和用户设备或用户分系统之间简单的固定连接。两个节点之间通过干线连接。干线连接通常是以交换为基础,包括由许多用户复用或用户分系统复接的大容量传输通路。

按传输媒质的不同,传输系统可分为有线传输和无线传输两大类。有线传输系统包括明线、电缆、光缆传输等几种类型;无线传输系统又包括长波、短波、超短波和微波(地面微波、卫星通信)等几种类型。

3. 交换设备

交换设备是通信网的核心(节点),起着组网的关键作用。交换设备根据主叫用户终端所

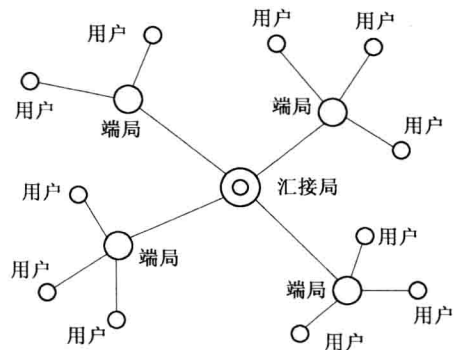


图 1-2 汇接式电话通信网的组成示意图

发出的选择信号来选择被叫终端,使这两个或多个终端间建立连接,然后,经过交换设备连通的路由传递信号。

概括地说,交换设备的基本功能就是对所接入的链路进行汇集、接续和分配(路由选择和接续控制)。不同的业务,如话音、数据、图像通信等对交换设备的要求也不尽相同。

终端设备、交换设备和传输系统相连在一起,构成了一个通信网的硬件部分。但是只有这些硬件设备还不能很好地完成信息通信,还需有网络的软件,才能使由设备所组成的静态网变成一个协调一致、运转良好的动态体系。通信网的软件包括网内信令、协议和接口以及网络的技术体制、标准等。

二、通信网的拓扑结构

从通信网的拓扑结构划分,通信网可有五种基本结构形式,如图 1-3 所示。

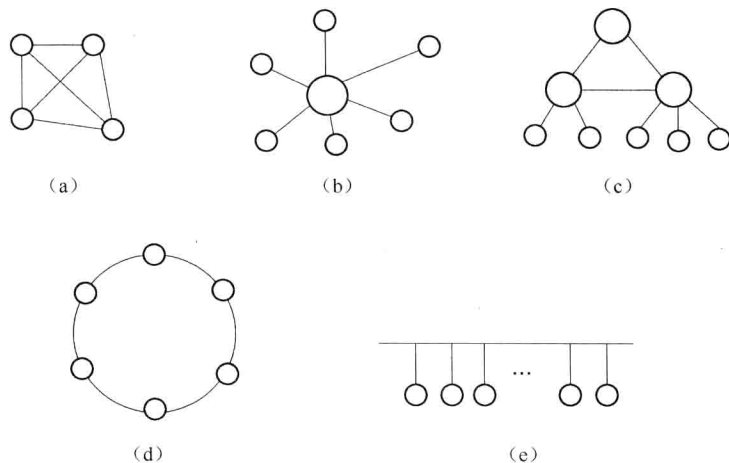


图 1-3 通信网的基本结构形式

(a)网型网;(b)星型网;(c)复合网;(d)环型网;(e)总线型网

1. 网型网

网型网是将网内节点实现完全互连的一种结构,例如有 N 个节点,则需要有 $N(N-1)/2$ 条传输链路才能实现各节点互连。所以当 N 较大时,传输链路的数量很大,基本建设和维护费用都很高。由于链路的利用率很低,故这种网路结构的经济性较差。但由于每个通信节点间都有直达电路,网路的冗余度大,其中任何一条电路发生故障时,均可以通过其他电路保证通信畅通。故路由的选择灵活性高,有利于提高传输质量和可靠性。网型网适用于通信节点数较少而相互间通信量较大的情况。

2. 星型网

星型网需设置转接交换中心,由转接交换中心将各节点连接起来,因此在 N 个节点的网中只需要 $N-1$ 条传输链路即可。星型网的优点是网络结构简单,虽然转接交换中心的设立增加了一些费用,但往往能节省大量的传输链路,基本建设和维护费用少,故是一种比较经济的网络结构。星型网的缺点是当转接交换中心设备转接能力不足或发生故障时,会对网络的接续质量和可靠性产生影响。相邻两点的通信也需经中央节点转接,电路距离增加。可以看出,这种网络结构适用于节点数量比较多、位置比较分散、相互之间通信量不大的情况。

3. 复合网

复合网由星型网和网型网复合而成。它是以星型网为基础并在通信量较大的区域或在重要的节点间构成网型网结构,这种网兼具网型网和星型网的优点,比较经济合理且有一定的可靠性,是目前通信网的主要结构形式。

4. 环型网

如果通信网各节点被连接成闭合的环路,则称为环型网。在环型网中,任何两个节点都通过闭合环路互相通信。

环型网的主要优点是允许网中任一工作站(节点)直接与其他工作站通信,每个节点的地位和作用是不同的,每个节点都可以获得并行使控制权,不需要进行路径选择,控制比较简单,很容易实现分布式控制,而不需中央控制器来控制网络的访问操作,接口线路及连接结构比较简单,有利于实时控制,易于信息的广播式传送及可加入再生装置使覆盖面拓宽等。其缺点是单个环网的节点数有限,增删工作站较复杂,由于信息绕环单向传输,当一个工作站出现故障时,会使整个环路工作中断,故为可靠起见常采用双环结构。这种网络结构主要用于计算机局域网和其他实时性要求较高的环境。

5. 总线型网

总线型网是把所有的节点(工作站和服务器的)连接在同一条总线上。各节点地位平等,无中心节点控制,公用总线上的信息多以基带形式串行传递,其传递方向总是从发送信息的节点开始向两端扩散,如同广播电台发射的信息一样,因此又称广播式计算机网络。各节点在接收信息时都进行地址检查,看是否与自己的工作站地址相符,相符则接收网上的信息。它是一种通路共享的结构,任何两个节点间通信的信息都经过同一条总线传输。如果一条总线太长,或者节点太多,可以将一条总线分成几段,段间再通过中继器互连起来。

总线型网的优点是结构简单,信道利用率较高,节点扩展灵活方便;使用的电缆少,且安装容易;使用的设备相对简单,不需要中央控制器,有利于分布式控制;一般节点故障不会造成整个网络的故障,可靠性高。缺点是网络对总线的故障比较敏感,网络的延伸距离有限,同一时刻只能由两台计算机通信,容易产生信道占用冲突,通信实时性差,维护较难。这种网络结构主要应用在计算机局域网以及对实时性要求不高的环境。

三、现代通信网的主要特点

近年来,随着科技的不断发展,先进的科学技术成果优先在通信领域推广和应用,为通信网的快速发展提供了强大的物质基础。现代通信网的快速发展,为更多的用户提供了方便、快捷、安全可靠和灵活多样的通信服务功能,现代通信网主要有以下特点。

(1) 使用方便

功能强大的通信终端可为用户提供方便的使用条件。电话机、传真机、计算机等通信终端使用非常便利,使用者通过简单的操作,即可向远方传递信息,达到信息交流的目的。

(2) 安全可靠

现代通信网是社会的神经系统,已成为社会活动的主要机能之一,人们迫切希望现代通信网传递信息安全、可靠。现代通信网的服务功能充分考虑了用户传递信息的安全和可靠因素,采用了大量的有效措施。例如,对传输信息的传输链路加密、网络进入的认证等方式,有效地防止了信息的误传;对网络结构的安排有效地解决了部分设备故障带来的信息

传递的延误等。

(3) 功能灵活多样

在现代通信网络中,双方既可以进行文字的交流,也可以交换和共享数据信息;既可以进行语音交流,也可以进行富有感情色彩的多媒体信息交流。总之,现代通信网提供了丰富多彩、灵活多样的信息服务。

(4) 覆盖范围广

现代通信网拉近了人与人之间的距离。无论你身在何方,现代通信网都能为你提供广泛的信息交流服务。

(5) 可提供各种智能化新业务

根据用户需要灵活地引入多种新业务,便于用户使用,如大众服务业务、可选记账业务、通用号码业务等。

从技术层面上看,融合将体现在话音技术与数据技术的融合、电路交换与分组交换的融合、传输与交换的融合、电与光的融合。三网融合不仅使话音、数据和图像这三大基本业务的界限逐渐消失,也使网络层和业务层的界限变得模糊,网络边缘各种业务层和网络层正走向功能乃至物理上的融合,整个网络正在向下一代的融合网络演进。最终则将导致传统的电信网、计算机网和有线电视网在技术、业务、市场、终端、网络乃至行业管制和政策方面的融合。

从业务需求和市场应用的角度看,电信业务最大和最深刻的变化是从话音业务向数据业务的根本性转变,作为基础的网络技术也随之发生了重大变革。电信网正逐步从电路交换向分组交换转变,窄带接入、铜线接入向移动接入转变,传送技术从点到点通信向光联网转变,有线无线接入都将完成从窄带向宽带的转变。

第三节 通信网的分类

通信网是一个非常庞大的综合通信系统,它包括了所有的通信设备和通信规程。从不同的角度出发,通信网可分成许多类别,下面介绍几种较常用的分类方法。

一、按业务类别划分

1. 电话网

电话网用以实现网中任意用户间的话音通信,它是目前通信网中规模最大、用户最多的一种通信网。

2. 电报网

电报网用来在用户间以电信号形式传递文字(稿),电报机(终端)完成文稿与电码的转换,电码经电报电路及电报交换机实现异地传送。

3. 数据网

在数据终端(计算机)之间传送各种数据信息,以实现用户间的数据通信。我国目前有数字数据网(DDN)、分组交换网、帧中继网、ATM网等。

4. 传真网

利用光电变换把照片、图表、文件等资料传送到远方,使对方收到与原件相同的真迹,故称为传真通信。

5. 多媒体通信网

多媒体通信网可提供多媒体信息检索、点对点及点对多点通信业务、局域网互联、电子信函,各种应用系统如电子商务、远程医疗、网上教育及办公自动化等,我国的多媒体通信网可通过网关与 CHINANET/Internet 互连。

6. 电视网

电视网应该称为广播电视网络,用以实现广播、电视信号的传送与控制。

7. 综合业务数字网

把话音及各种非话业务集中到同一个网中传送,并实现了用户到用户间的全数字化传输,有利于提高网络设备的使用效率及方便用户的使用,综合业务数字网有宽带(B-ISDN)和窄带(N-ISDN)之分。

二、按通信服务的对象划分

1. 公用网

公用网也称为公众网,它指的是向全社会开放的通信网。

2. 专用网

专用通信网是相对于公用通信网而言的,它是各专业部门为内部通信需要而建立的通信网,专用通信网有着各行业自己的特点,如公安通信网、军用通信网、铁路通信网等。

三、按传输信号的形式划分

1. 模拟网

通信网中传输的是模拟信号,即时间与幅度均连续或时间离散而幅度连续的信号。

2. 数字网

通信网中传输的是时间与幅度均离散的信号。

3. 数模混合网

在通信网中,数字与模拟设备并存。数模混合网是通信网由模拟网向数字网过渡时期的产物。

四、按通信终端的活动方式划分

1. 固定通信网

其通信终端的位置固定,如传统的固定电话网、电报网等。

2. 移动通信网

通信网的终端(如手持终端、车载终端等)设备位置可发生移动。如 GSM 通信网、CDMA 通信网等。

五、按传输媒质划分

1. 有线网

有线网传输媒质包括(架空)明线、(同轴、对称)电缆、光缆等。

2. 无线网

无线网包括移动通信网、卫星通信网和微波通信网等。

应该说通信网的分类方法还有很多,例如还可分为主(骨)干网和接入网、业务网和支撑

网、长途网与本地网、市话网与长话网、局域网和广域网等,限于篇幅,不再一一列举。

第四节 传输技术基础知识

一、传输的基本概念

通信网的传输系统完成各节点间的信号传输,达到信息从一地传送到另一地的目的。如果没有传输系统,各节点间的信号就不可能实现互通,可见传输系统在整个通信网中有着举足轻重的地位。为实现长距离、大容量、迅速、准确而可靠的通信,对传输系统提出了很高的要求。传输系统由各种传输线路和传输设备组成,其中传输线路完成信号的传递,传输设备完成信号的处理。

为了更好地了解传输系统和各种传输方式,本节将对传输技术的基础知识进行简单介绍。传输设备的功能将在本书后续章节介绍,本节将主要介绍传输线路的功能和特点以及各种不同的传输方式。

1. 传输线路

完成信号传输的传输线路可以是不同的传输媒质,如铜线、光纤和空间等,传输线路可以分为有线和无线两大类,目前常用的传输线路有:

(1) 对称电缆

对称电缆是由若干条扭绞成对或扭绞成组的绝缘导线缆芯和外面的护层组成,导线材料通常是铜。对称电缆的幅频特性是低通型,串音随频率升高而增加,一般用来传输较窄频带的模拟信号,或较低速率的数字信号。但随着数字处理技术的发展,高质量对称电缆传输速率可达几兆字节每秒甚至几十兆字节每秒。

(2) 同轴电缆

同轴电缆主要是由若干个同轴对和护层组成。同轴对由内、外导体及中间的绝缘介质组成,导线材料通常是铜。由于同轴电缆外导体的屏蔽作用,当工作频率较高时可以认为同轴电缆内的电磁场是封闭的,基本不引入外部噪声、干扰和串音,也没有辐射损耗。因此,同轴电缆适用于高频信号的传输。但同轴回路特性阻抗的不均匀影响传输质量,且同轴电缆耗铜量大、施工复杂,建设周期长。

在光纤应用于通信传输之前,同轴电缆是应用最普遍的一种传输介质,目前仍在广泛应用。它被用于长距离电话和电视传输、电视分配、局域网以及短距离传输系统链路中。采用频分复用技术,一根同轴电缆可同时提供 1 万条以上的电话信道。在有线电视(CATV)网中同轴电缆更是占有主导地位,典型的同轴电缆的频带可达 400 MHz 以上。同轴电缆种类很多,有大、中、小不同的类型以及综合型同轴电缆。

(3) 光纤光缆

光缆主要由缆芯、加强构件和护层组成。光缆中传送信号的是光纤,若干根光纤按照一定的方式组成缆芯。光纤由纤芯和包层组成,纤芯和包层是折射率不同的光导纤维,利用光的全反射原理使光能够在纤芯中传播。

光纤光缆具有频带宽、传输速率高;传输距离长;重量轻、体积小;成本低;低衰减、低误码率;不受电磁场影响;保密性能好等主要优点。因此光纤光缆一般是大容量、长途、干线传输线路的首选。

(4) 无线传输

无线传输是利用地球上层的空间作为信号的传输信道,信号通过这个空间信道以电磁波

的形式传播。

根据所利用电磁波的波长的不同,无线传输的信号可分为“光”和“电”两种形式。电信网主要利用无线电传输信号,在宇宙通信领域目前主要应用激光通信。用来传输无线电信号的电磁波,称为“无线电波”。根据波长的不同无线电波还可以细分为长波、中波、短波、超短波和微波等不同波段。

不同波段的无线电波的传播特性和传输容量是不同的,在电信传输系统中,通常利用微波来实现长距离、大容量的传输。微波地面中继传输系统和卫星通信系统就是利用微波实现无线电传输的。

2. 模拟传输和数字传输

电信号的波形可以用幅度和时间两个参量来描述。根据信号的波形,可分为数字信号和模拟信号两大类。

幅值为离散的信号被称为数字信号。“离散”的概念是指幅值被限定在有限个数值之内,它不是连续的。数字信号一般在时间上、幅度上都是离散的。属于数字信号的信源有电报信号和数据信号等。

如果信号的幅值是连续的而不是离散的,则称为模拟信号。信号的幅值模拟着信号的变化。例如电话的话音信号和传真、电视的图像信号都是模拟信号。

判断数字信号与模拟信号,是根据信号幅度取值是否离散而定。一个信息,既可用模拟信号来表示,也可以用数字信号来表示,模拟信号和数字信号都可以通过适当的处理实现相互转换。

对于模拟信号与数字信号而言,信号的传输通路也不同。传输模拟信号的系统称为模拟传输系统,传输数字信号的系统称为数字传输系统。

为了适应信道传输频带的要求,需要将待传的信号经过调制搬移到某一高频范围内,再送上信道传输,这种传输方式称为频带传输;而未经调制,直接将待传信号送上信道传输的传输方式称基带传输。除电缆可以直接传输基带信号外,其他各种传输介质都工作在较高的频段上,能以频带的方式传输信号(电缆上也可以实现频带传输)。由于数字传输可以克服传输中的噪声积累,便于加密、便于纠错、便于流量控制、能实现综合业务传输、便于实现网管等一系列优点,而被广泛应用。

3. 数字传输(通信)的特点

(1) 抗干扰能力强,无噪声积累

信号在传输过程中必然会受到各种噪声的干扰。在模拟通信中,为了实现远距离传输,需要及时地把已经受到衰减的信号进行放大(增音)。信号放大的同时,串扰进来的噪声也被放大,难以把信号与干扰噪声分开。随着传输距离增加,噪声累加越来越大,信噪比越来越小。所以模拟通信的通信距离越远,通信质量越差。

在数字通信中,信息不是包含在脉冲的波形上,而是包含在脉冲的有无之中。为了实现远距离传输,可以通过再生的方法对已经失真的信号波形进行判决,从而消除噪声积累。所以数字通信抗干扰能力强,易于实现高质量的远距离传输。这是数字通信的重要优点之一。

(2) 灵活性强,能适应各种业务要求

在数字通信中,各种消息(电报、电话、图像和数据等)都可以变换成统一的二进制数字信号进行传输。数字信号的传输可以与数字电子时分交换结合起来,组成统一的综合业务数字网(ISDN),对来自不同信源的信号自动地交换、综合、传输、处理、存储和分离。而且数字通信