

高等学校教材

现代通信系统 与信息网

鲜继清 张德民 蒋青等 编著

邬贺铨 主审

Modern Communication Systems and
Information Networks



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



高等学校教材

Modern Communication Systems
and Information Networks

现代通信系统与信息网

鲜继清 张德民 蒋青 等编著
邬贺铨 主审

高等教育出版社

内容提要

本书被选为“高等教育百门精品课程教材建设计划”立项研究项目。

本书共 12 章,内容包括:现代通信系统与信息网概述、信源数字编码技术概述、数字通信系统概述、现代数字交换技术、数字光纤通信系统、数字微波与卫星通信系统、数字移动通信系统、现代通信网、接入网技术、专用信息网、网络安全、信息网的发展。

本书偏重于对现代通信的硬件技术进行系统描述,从而揭示现代信息传输的本质特征,并就系统的组成、相关技术及几个典型系统进行了讲解。全书尽量避免繁琐的公式推导,偏重于物理概念的理解及通信传输系统组成信息网络的具体应用。

本书可作为自动化、电气工程、电子信息、计算机科学与技术、测控技术与仪器、机械电子工程、电子商务、信息管理等非通信类专业的教材或参考书,也可作为信息产业技术人员,企事业单位、党政部门有关从事信息网络的技术人员、维护及管理人员进行通信技术培训、继续教育的教材或参考书,同时还可作为通信及网络技术业余爱好者的自学教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信系统与信息网/鲜继清等编著. —北京:
高等教育出版社,2005. 8
ISBN 7-04-017399-9

I. 现... II. 鲜... III. ①通信系统②通信网
IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 077011 号

策划编辑	李 慧	责任编辑	刘素馨	封面设计	刘晓翔	责任绘图	朱 静
版式设计	马静如	责任校对	王 雨	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

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

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>

开 本 787×1092 1/16
印 张 24.25
字 数 590 000

版 次 2005 年 8 月第 1 版
印 次 2005 年 8 月第 1 次印刷
定 价 30.20 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 17399-00

序

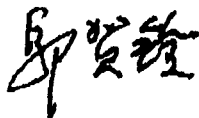
经济全球化、网络全球化带动了通信和计算机技术的发展,通信和计算机技术发展又加快了全球化的进程。信息化已成为推动世界经济和社会全面发展的关键因素,决定着一个国家在 21 世纪的生存与发展。在新世纪,我国提出了信息化带动工业化,以工业化促进信息化的发展战略。所谓信息化,就是以信息技术驱动的经济和社会变革。要实现现代化,信息化是前提。信息技术包括的范围很宽,通信技术和计算机技术是其中的主要组成部分。

今天各行各业都在广泛地应用信息技术和网络,非通信专业的工科学生也需要学习、了解通信技术和网络的基本知识。由鲜继清、张德民等老师编著的《现代通信系统与信息网》是针对非通信专业学生学习现代通信技术而编写的。作者长期从事数字通信研究及通信技术、控制技术等教学工作,本书是经过长期调研,在总结实际经验的基础上编写而成的,并得到了从事通信技术教学的教授和专家的指导。该书包括了现代通信与信息网络的诸多内容,书中各章节内容前后呼应,既相互联系又可拆分,教师和学生(读者)可根据需要有选择地进行教学。

考虑非通信专业教学的需要,此教材按点-线-网的思路介绍通信网的组成,并从数字信号结构(帧结构、分组结构、数据包)入手,深入浅出地进行讲解,使之既联系实际,又有一定深度,使学生在有限的时间内,掌握现代通信技术的基本知识,同时为学生(读者)营造思维的空间,以培养学生分析问题和解决实际问题的能力。

此教材具有系统性、知识性,技术内容新,又具有较强的实用性,避免了高深理论和繁琐公式的推导,偏重于物理概念的描述及现代通信网络与系统设备硬件技术方面的具体应用。学生(读者)通过此教材的学习,可掌握现代通信系统及信息网络方面的基本概念、基本组成、基本原理,了解现代通信系统与信息网、现代通信技术、计算机技术之间的关系,以便在实际工作和学习中加以应用。本书可作为非通信专业本专科学生学习现代通信技术的教材,也可作为从事信息技术的各类人员进行通信技术培训、继续教育的教材或参考书。

现代通信技术范围很广而且发展很快,在有限篇幅中全面介绍现代通信技术本身就具有一定的挑战性,为非通信专业学生编写通信技术教材更是一次有意义的尝试,一批中青年教师勇于承担这一工作是值得鼓励的。



2005 年 4 月

前言

20 世纪中叶引发的信息技术革命已演进到 21 世纪的信息时代。当今人们都在谈论“信息技术”、“信息科学”、“信息产业”、“信息高速公路”、“信息基础设施”、“信息网络”、“信息社会”和“信息世界”,等等。人们已经生活在信息的汪洋大海中,并与之休戚相关,无时无刻不与信息相伴,在学习、工作和生活中大量使用信息技术产品或者利用信息服务。

信息时代的来临对我国的发展提出了新的挑战,一个国家的信息化程度决定着这个国家生存和发展的制高点和主动权。我国已经绘制了现代化发展蓝图,提出了以信息化带动工业化,以工业化促进信息化的发展战略。按照 2000 年“全球信息社会冲绳宪章”,信息化是以信息技术驱动的经济和社会变革。信息化的本质是利用信息技术帮助社会个人和群体有效利用知识和新思想,从而充分发挥人的潜力,建成信息社会。

信息技术涉及信息的产生和获取、信息的传输、信息的处理和分析、信息的应用等。中国工程院院士清华大学自动化领域专家吴澄教授曾指出:“解决控制类学科问题,采用信息技术的最新成就以完善‘控制’,数字化、网络化、集成化、虚拟化、智能化等应该是自动化和控制的主要手段……。全球化带动了通信和计算机学科的发展,后者也反过来加快了全球化的进程,这是今天通信和计算机热的主要原因”。信息技术包括的范围很宽,通信技术和计算机技术是其主要组成部分。了解计算机技术并掌握其应用知识已成为对工科学生能力的基本要求。为适应时代的发展,在学习计算机技术的同时还应该学习、掌握现代通信技术与信息网络组成及应用方面的基本知识。为此,特在全国“高等教育百门精品课程教材建设计划”项目中,立项研究并组织力量编写此教材。使学生(读者)通过此教材的学习,能够掌握现代通信系统及信息网的基本概念、基本组成,基本原理、基本计算,懂得现代通信的基本特征、特点,能够了解现代通信系统与信息网、现代通信与信息技术之间的关系及其基本知识和基本应用。

此教材的编写特点:主要从揭示信息技术中现代通信的本质特征、现代数字通信系统与信息网的关系入手,按点、线、网这一逻辑思维进行编写,偏重于对现代通信及信息网络硬件技术方面进行系统的描述。编写中以数字通信的各种信号结构即帧结构、分组结构或数据包为主线,并就几个典型的现代通信系统进行讲解,对由它们构成的各种功能的信息网络的具体应用,进行了引导性分析。全书尽量避免繁琐的公式推导,偏重于物理概念的理解,特别注重使非通信专业学生(读者),能了解现代通信系统在组成各种信息网络方面的具体应用。本书力求具有系统性、扩展性、前瞻性,同时具有较强的实用性,以培养学生联系实际,运用所学的知识,认识、分析、解决实际问题的能力,并为其营造思维的空间。

本书由重庆邮电学院长期从事数字通信研究和从事现代通信、通信网络、现代控制技术等教学工作的几位专家和教授,在经过多年调研和总结实际工作经验的基础上编写。在编写过程中,征求了通信行业有关专家的意见和建议,并得到我国工程院副院长、电信科学技术研究院原副院长兼总工程师邬贺铨教授的指导。

本书是为非通信专业的学生普及信息技术中的通信技术、网络技术而编写的教材,它包括了现代通信、信息网络方面的诸多内容,涉及知识面广,运用了分散式结构的编写方法,本书各章节内容既有联系又可拆分,由于非通信专业甚多,对通信技术和信息网的要求不一,计划学时有多有少,为了使教材在使用中具有灵活性,作者特将教材中的内容分为三类:

(1) 基本要求内容(在教材章节中未做任何标记)

(2) 选学的内容(在教材章节中标以“△”符号)

(3) 参考的内容(在教材章节中标以“*”符号)

教师、学生或读者可根据专业或自己的需要进行选择。

本书可用作自动化、电气工程、电子技术、计算机科学与技术、测控技术与仪器、机械电子工程、电子商务、信息管理等非通信类专业的教材或参考书,也可作为信息产业(技术)人员,企事业单位、行政部门有关从事信息网络的技术人员、维护及管理人员进行通信技术培训、继续教育的教材或参考书,同时还可作为通信及网络技术业余爱好者的自学教材或参考书。

本书第一章由鲜继清编写,第二章由张德民、胡庆编写,第三章由鲜继清、刘焕淋编写,第四章由张德民、李强编写,第五章由鲜继清、胡庆编写,第六章由鲜继清编写,第七章由鲜继清、蒋青编写,第八章由鲜继清、包杰、阳莉编写,第九章由蒋青编写,第十章由鲜继清、冯辉宗编写,第十一、十二章由胡向东编写。

本书在编写中曾得到重庆邮电学院隆克平教授、北京邮电大学张筱华教授、北京交通大学张有根教授、中山大学秦家银教授、山东大学江铭炎副教授、太原理工大学王华奎教授、重庆大学曾孝平教授、云南大学赵东风教授、重庆工业学院余成波教授等多位同行的帮助,对各位教授提出的宝贵意见和建议,在此表示诚挚的谢意。

由于时间仓促、作者水平有限,书中错误难免,敬请各位老师、学生(读者)批评、指正。

编者

2005年3月

目 录

第一章 现代通信系统与信息网概述	1
1.1 信息技术与现代通信	1
1.1.1 信息技术革命冲击波	1
1.1.2 信息技术	1
1.1.3 NH、GH 与通信	2
1.2 现代通信基本概念	3
1.2.1 通信与现代通信	3
1.2.2 科学技术的进步促进现代通信的发展	5
1.2.3 现代通信的特点及主要内容	6
1.3 现代通信系统与信息网	8
1.3.1 网络概念与拓扑	8
1.3.2 现代通信系统与信息网	9
思考题和习题	11
第二章 信源数字编码技术概述	12
2.1 概述	12
2.2 模拟信号时域离散化与抽样定理	12
2.3 语音数字编码技术	13
2.3.1 波形编码技术	13
*2.3.2 参数编码技术	23
*2.3.3 混合编码技术	27
*2.4 数字音频编码标准	30
2.4.1 话音音频编码标准	30
2.4.2 高保真立体声音频编码标准	31
2.5 图像编码技术	33
2.5.1 概述	33
[△] 2.5.2 图像压缩编码基本方法	35
*2.6 图像压缩编码标准	39
2.6.1 二值图像压缩标准	39
2.6.2 静止图像压缩标准	40
2.6.3 视频压缩标准	40
思考题和习题	46
第三章 数字通信系统概述	48
3.1 数字通信系统模型	48

3.1.1 数字通信系统模型结构	48
3.1.2 通信系统中的信道	49
3.1.3 数字通信系统的主要性能指标	51
△3.2 数字复接技术	53
3.2.1 数字多路通信原理	53
3.2.2 数字信号复接技术	54
△3.3 数字传输信号帧结构	55
3.3.1 PCM30/32 路基群帧结构	55
*3.3.2 准同步数字复接系列 PDH 帧结构(以 PCM30/32 路为基础)	57
△3.3.3 同步数字复接系列(SDH)帧结构	59
△3.4 数字传输信号的处理	61
*3.4.1 信道编码变换	61
3.4.2 扰码与解扰码	64
3.4.3 差错控制(纠错编码)	65
△3.5 数字信号的调制与解调	68
3.5.1 数字信号的无线传输	68
3.5.2 数字信号的调制与解调	68
*3.5.3 组合调制方式	72
思考题和习题	74
第四章 现代数字交换技术	76
4.1 概述	76
4.2 程控交换技术	78
4.2.1 数字程控交换原理	78
4.2.2 数字程控交换系统	84
△4.3 分组交换技术	88
4.3.1 概述	88
4.3.2 分组交换基本原理	89
*4.3.3 分组交换的通信协议	95
*4.3.4 帧中继技术简介	103
*4.4 ATM 交换技术	105
4.4.1 ATM 的基本概念和工作原理	105
4.4.2 ATM 协议结构	110
△4.5 IP 交换技术	114
4.5.1 TCP/IP 参考模型及其特点	114
4.5.2 IP 编址方式	115
*4.5.3 传统路由器的工作原理	117
*4.5.4 IP 与 ATM 结合的技术	119
*4.6 软交换技术	124
4.6.1 软交换技术产生的背景	124
4.6.2 基于软交换技术的网络结构	125

4.6.3 软交换技术的特点	126
4.6.4 软交换网中的协议标准	126
思考题和习题	128
第五章 数字光纤通信系统	130
5.1 数字光纤通信系统概述	130
5.1.1 光纤通信的特点	130
5.1.2 数字光纤通信系统的组成	131
[△] 5.1.3 光纤和光缆	131
*5.2 PDH 数字光纤传输系统	137
5.3 SDH 光同步数字传输系统	138
5.3.1 SDH 光同步数字传输系统的概念及特点	138
*5.3.2 SDH 的开销(OH)功能	139
[△] 5.3.3 SDH 的复用映射结构	140
[△] 5.3.4 SDH 的基本网络单元设备	143
5.4 SDH 传送网	145
5.4.1 SDH 传送网概念	145
[△] 5.4.2 SDH 系统的网络结构与保护	147
5.4.3 SDH 网同步概念	150
*5.4.4 SDH 组网同步中应注意的问题	152
[△] 5.5 SDH 光缆传输系统	152
5.5.1 SDH 传输系统参考模型	152
5.5.2 SDH 传输系统主要性能指标	153
*5.5.3 SDH 光传输线路中继段长度估算	155
5.6 波分复用(WDM)系统	156
5.6.1 光波分复用系统基本概念与组成	157
[△] 5.6.2 DWDM 系统的主要设备	159
[△] 5.6.3 DWDM 基本网络	164
[△] 5.6.4 光波分复用的主要技术	164
*5.6.5 光波分复用的线路光纤	166
*5.7 DWDM 全光通信系统	166
5.7.1 全光通信系统基本概念	166
5.7.2 全光网的关键技术和拓扑结构	167
5.7.3 全光网的应用	168
思考题和习题	169
第六章 数字微波与卫星通信系统	171
6.1 数字微波通信系统概述	171
6.1.1 微波通信基本概念	171
*6.1.2 微波传输线路	173
6.2 SDH 数字微波通信系统	174
6.2.1 SDH 微波接力通信系统组成	174

* 6.2.2 SDH 微波系统的主要设备	175
6.3 卫星通信系统	178
6.3.1 卫星通信系统的组成及特点	178
Δ 6.3.2 卫星通信传输线路性能参数	180
6.4 通信卫星	183
6.4.1 同步通信卫星	183
6.4.2 通信卫星组成	184
* 6.4.3 观察参量	187
6.5 数字卫星通信系统	188
6.5.1 数字卫星通信系统概念	188
6.5.2 多址方式	190
* 6.5.3 数字卫星通信系统帧结构	192
6.6 卫星地球站	195
6.6.1 地球站组成	195
6.6.2 地球站各系统	197
Δ 6.7 数字卫星通信系统范例	199
6.7.1 IDR 卫星通信系统	199
6.7.2 VSAT 卫星通信系统	202
6.7.3 其他数字卫星通信系统	205
6.7.4 海事卫星通信系统	206
6.7.5 非同步卫星通信系统	207
思考题和习题	207
第七章 数字移动通信系统	210
7.1 移动通信概念	210
7.1.1 移动通信特点	210
7.1.2 蜂窝移动通信概念	214
7.1.3 移动通信分类	218
* 7.2 蜂窝模拟移动通信系统(TACS)	219
7.2.1 TACS 制式特点	219
7.2.2 TACS 制式信道结构	220
7.3 蜂窝数字移动通信系统(GSM)	221
7.3.1 GSM 蜂窝数字移动通信系统结构	221
7.3.2 GSM 制式特点	223
7.3.3 GSM 陆地蜂窝移动通信网	223
Δ 7.4 GSM 系统的主要技术与设备	233
7.4.1 GSM 网的主要设备	233
7.4.2 GSM 系统的语音编码技术	235
7.4.3 GSM 系统的信道编码技术	236
7.4.4 GSM 系统的数字调制技术——GMSK	237
* 7.4.5 鉴权、加密与设备识别	238

7.4.6 跳频技术	239
7.5 CDMA 移动通信系统	239
7.5.1 CDMA 移动通信系统概念	239
△7.5.2 码分多址扩频通信(DS)系统	241
△7.5.3 N-CDMA(IS-95)码分多址系统	244
*7.5.4 N-CDMA 系统的主要技术	247
7.6 通用分组无线业务(GPRS)技术	250
7.6.1 GPRS 简介	250
7.6.2 GPRS 网络结构	251
*7.6.3 GPRS 系统的主要接口	252
*7.6.4 GPRS 网络的高层功能	253
7.6.5 GPRS 业务种类	254
7.6.6 GPRS 的优势及应用前景	254
7.7 数字移动通信的发展	255
7.7.1 第三代移动通信系统	255
7.7.2 第四代移动通信系统	257
7.7.3 卫星移动通信系统	258
7.7.4 个人通信	260
思考题和习题	261
第八章 现代通信网	263
8.1 现代通信网概述	263
8.1.1 现代通信网的分层结构	263
△8.1.2 通信网的质量要求	264
8.2 电话网	265
8.2.1 电话网的组成	265
8.2.2 电话网的结构	265
△8.2.3 电话网的编号计划	269
*8.2.4 综合业务数字网	269
△8.2.5 智能网	273
8.3 数据通信网	275
8.3.1 数据网概述	275
8.3.2 数据通信系统构成	275
8.3.3 数据网的构成	276
8.3.4 分组交换网	277
*8.3.5 帧中继网	278
*8.3.6 数字数据网	279
8.3.7 以太网	280
8.3.8 因特网(Internet)与 IP 网络	282
△8.3.9 IP 电话网技术	284
△8.4 现代通信网的支撑网	286
8.4.1 信令网	286

8.4.2 同步网	289
8.4.3 电信管理网	291
△8.5 有线广播电视传输网	293
8.5.1 有线广播电视网系统结构	293
*8.5.2 频谱安排	294
8.5.3 交互式电视网	295
思考题和习题	295
第九章 接入网技术	297
9.1 接入网概述	297
9.1.1 接入网的定义	297
9.1.2 接入网的特点	298
9.1.3 接入网的功能结构	298
9.1.4 接入网的接入类型	299
△9.1.5 接入网的接口	299
△9.1.6 接入网的传输技术分类	300
9.2 V5 接口	301
9.2.1 V5 接口的技术特点	301
△9.2.2 V5 接口的功能描述	303
△9.2.3 V5 接口的特点	304
*9.2.4 AN 的 Q 接口与 V5 接口的关系	304
9.3 铜线接入技术	305
9.3.1 高速数字用户线(HDSL/SHDSL)技术	305
9.3.2 非对称数字用户线(ADSL)技术	305
△9.3.3 甚高速数字用户线(VDSL)技术	306
9.4 光纤接入技术	306
9.4.1 光纤接入网的功能配置	306
9.4.2 光纤接入网的几种典型结构	307
9.5 无线接入技术	308
9.5.1 固定无线接入技术	308
9.5.2 移动无线接入技术	309
9.6 以太网接入技术	311
△9.7 接入网的管理	312
9.7.1 管理结构	312
9.7.2 管理功能	313
思考题和习题	315
第十章 专用信息网	316
10.1 专用信息网概述	316
10.1.1 专用信息网概念	316
10.1.2 专用信息网分类	316
△10.2 数字卫星直播电视网	317

10.3 交通信息网	318
10.3.1 城市交通监控网	318
[△] 10.3.2 高速公路信息网	319
[△] 10.3.3 GPS 系统及交通管理信息网	320
10.4 电力信息网	321
10.4.1 电力信息主干网	322
[△] 10.4.2 利用 GSM 短消息实施对电力的监控	323
*10.4.3 用电力线组建的小型专用信息网	323
10.5 现代工业信息网	324
10.5.1 工厂自动化网络体系结构	324
10.5.2 现场总线与工业以太网	325
[△] 10.6 邮政综合信息网	327
10.6.1 邮政综合信息骨干网	327
10.6.2 邮政综合信息局域网	328
10.7 其他几种特殊用途的信息网	329
10.7.1 航空航天测控信息网	329
10.7.2 移动自组织网	331
10.7.3 家庭信息网	332
10.7.4 校园网	334
[△] 10.7.5 天然气输配管网	335
思考题和习题	336
第十一章 网络安全	337
11.1 概述	337
11.1.1 网络安全问题的由来与重要性	337
11.1.2 安全服务	337
11.1.3 安全模型	338
11.2 网络安全典型技术	340
[△] 11.2.1 密码技术概述	340
11.2.2 网络通信保密技术类型	343
*11.2.3 蜂窝式无线通信安全与 WAP	345
*11.2.4 无线局域网安全与 WEP	347
*11.2.5 IPSec 与 VPN	349
[△] 11.2.6 防火墙技术	351
[△] 11.2.7 入侵检测系统 (IDS)	352
思考题和习题	353
第十二章 信息网的发展	354
12.1 网络融合	354
12.1.1 信息化与网络融合	354
12.1.2 三网的现状及发展趋势	355
[△] 12.1.3 三网的改造方向	356

[△] 12.1.4 三网融合的基础	357
[△] 12.1.5 三网融合的技术方案	358
[*] 12.1.6 三网融合面临的主要问题	359
12.2 下一代网络——NGN	360
12.2.1 下一代网络的基本概念	360
[△] 12.2.2 NGN 的技术框架	361
12.2.3 NGN 的发展趋势	364
思考题和习题	367
参考文献	368

第一章 现代通信系统与信息网概述

1.1 信息技术与现代通信

1.1.1 信息技术革命冲击波

美国学者阿尔温·托夫勒在 20 世纪 80 年代出版的《第三次浪潮》曾在世界引起强烈反响,他把到目前为止人类社会发展历程视为三次革命浪潮,第一次浪潮是农业革命,第二次浪潮是工业革命,第三次浪潮就是信息技术革命。由 20 世纪中叶引发的信息技术革命的冲击波,把世界推进到 21 世纪的信息时代。世界各国都把信息技术革命这一强大的冲击波,视为争夺和抢占 21 世纪领先地位的关键武器。各国都在集中力量发展信息搜索、处理、存储、传递、分析、使用及集成,大力开发信息资源、生产高附加值的信息产品、组建信息化军队及开展军事上的信息科技竞争,以图迅速大幅度地增强和提高军力和国力。

为此,许多发达国家雄心勃勃地提出纲领性信息科学发展计划,在高科技的舞台上称雄称霸,如美国的战略防御计划(SDI)、欧共体的尤里卡计划等。他们推出这些计划的核心就是信息技术。这些计划的推出大大促进了信息技术的发展以及整个科学技术的进步。美国原国务卿舒尔茨曾经指出,战略防御计划实质上是一个巨大的信息处理系统。它是智力和科学影响处理世界事务方法的一个明显事例,信息革命正在改变国家之间财富和实力的对比。尤里卡计划中也指出,信息技术将为所有其他领域的进步铺平道路……,信息技术已成为现代工业国家决定性的基础结构。不积极研究、发展信息技术,实际上等于放弃成为现代工业国家。由此可见,人们已经深刻认识到,以信息技术为核心的新技术将会推动经济和社会形态发生重大变革。研究、发展、学习应用信息技术已成为当今社会的浪潮,此浪潮浩浩荡荡,冲击到每个角落,渗透到了每个家庭。

1.1.2 信息技术

人们不禁要问,什么是信息技术呢?目前还没有发现对此有确切的、权威性的定义和解释。

有一种解释为:信息技术是解放、扩展人的信息功能的技术;另一种解释为:信息技术是研究完成信息采集、加工、处理、传递、再生和控制(施用)的技术。两者都有自己的理由,前者是从信息功能上讲的,后者是对信息技术本身的物理概念的描述。信息技术可视为由“四基元”,即感测技术、通信技术、智能技术、控制技术组成,其四者有如图 1.1 所示的关系。

以上四基元如以人做类比,则智能技术——人的大脑,在现代通信技术层面上,理解为计算机及其软件技术,完成信息存储、记忆、分析、综合、处理及“指挥”功能;通信技术——人全身的

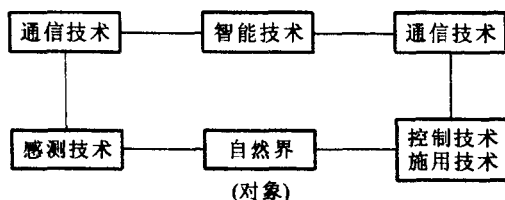


图 1.1 信息技术组成框图

神经系统,对现代通信技术而言,可理解为各种现代通信系统,完成对信息的传递或交流;感测技术——人的触觉、视觉、感觉等器官(如人的眼、耳、鼻、皮肤等),对现代通信技术而言,如信源的各种传感器、信源编码器、视像技术等,完成对信号的采集、分析、加工、转换的功能;控制(施用)技术——人的手、脚(肢体)等器官,对现代通信技术而言,可理解为终端的执行机构及自动化设备,如各种控制器、电机等,完成指定的工作或各种控制作用。

从图 1.1 看出,这几类技术综合构成信息技术的核心层,此外,信息技术还应包括微电子技术、存储技术、显示技术等。从某种意义上讲,信息技术是通信技术的发展及其领域的拓展,这里不做更多的讲述。

1.1.3 NII、GII 与通信

在 20 世纪末美国克林顿政府提出了“NII 国家信息基础结构行动计划”的政府报告,要在 20 年内建成国家的信息基础设施,俗称为信息高速公路,这一行动计划在全世界形成了巨大的冲击波。接着美国又提出了建立全球信息基础设施(GII)的设想,信息基础设施(NII 或 GII)就是信息高速网络(公路)。

中国科学院对 NII 做了如下解释:由大量的相互作用的信息技术要素(通信网、计算机系统、信息与人)构成的开放式综合巨型的网络系统,覆盖整个国家,能以 Gbit/s 级的速率传递信息,以先进的技术采集信息、处理信息、并供全社会成员方便地利用信息,因此它是现代社会的国家信息基础设施。从信息应用层面上 NII 可简单用图 1.2 来表示。

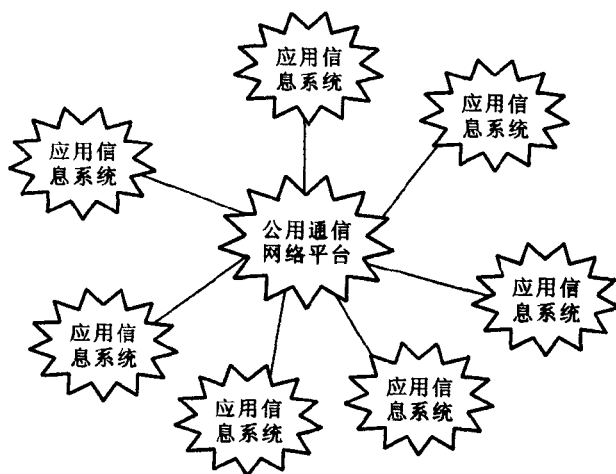


图 1.2 NII 结构示意图

由图 1.2 可见,NI 由公用通信网络平台和各种不同的应用信息系统所构成,它是利用现代通信手段和技术来拓展和完成人们的各种信息功能。对以上基础结构进行简单分析可知,其公用通信网络平台是现代通信技术的综合运用。在此基础上相连接的许多应用信息系统,其实质就是由各种不同信息功能的现代通信系统所构成的局部信息网络,如在后面要讲述的接入网和局域网等各种专用信息网络。

1.2 现代通信基本概念

当前人们经常谈论的通信,已经属于现代通信的范畴。什么是现代通信?它是从何时开始的呢?要给予确切的回答是比较困难的,但仍可以从对现代通信的基本特征的描述和它采用的核心技术上来理解这一概念。至于它开始的确切时间没有必要去追究,我们可以在近代科学技术的发展进程中来综观通信到现代通信的发展进程。任何一项应用技术的出现,都综合应用了当代科学技术的进步成果。因此,现代通信离不开“时代”和科学技术发展的特定环境。

1.2.1 通信与现代通信

1. 通信

人类在远古时代就进行着原始的信息交流,利用烽火台、击鼓、驿站等形式传递着信息,这就是我们前人的通信。自 1876 年贝尔发明电话以来,人们之间的信息传递变为电信号的实时传递——电话。人们称之为电信。1973 年,有关国际电信公约及规定将“电信”这一基本术语定义为:利用有线电、无线电、光学或其他电磁系统对于符号、信号、文字、影像、声音或任何信息的传播、发射或接收。

以上谈到的电信,就是本书讲的“通信”。简言之,通信就是信息的传递与交流。所谓电话(通信)就是使电信号随着人的声带振动而变化并进行传递和交流,即人与人之间的语音的交流。原来电话通信中的步进制、纵横制、机电式、半电子式等电话交换机传递、交流的信号都属于模拟人声带振动的原始电信号。这种信号称为模拟信号。模拟信号的传递与交流属于模拟通信。当前,电视(CATV)信号也属于模拟通信的范畴,模拟通信传递的电信号在时间上,瞬时值是连续的。模拟通信技术成熟、设备简单、成本低,但该技术存在干扰严重、频带不宽、频带利用率不高、信号处理难、不易集成和设备庞大等许多不足和缺点。

在 20 世纪 60 年代,为解决交换网内中继系统干扰问题,采用了 PCM(Pulse Code Modulation)技术,称为脉冲编码调制,开始出现了语音数字化,接着数字程控交换机投入使用。从此开始了用数字信号(瞬时值离散的信号)来交流和传递信息。信息传递和交流发生了根本性变革——采用数字通信。

2. 现代通信的基本特征——数字化

现在通信中传递和交流的基本上都是数字化的信息,美国著名未来学家、网络专家尼葛庞帝在《数字化生存》一书中,提出了要实现信息化,数字技术是关键。综观已经使用的信息产品(如数字光盘、数字家电、数字影碟机、数字音响设备),通信技术与装备(如数字交换机、数字传输设备……)以及更广泛的信息技术,如数字通信、数字光纤通信、数字卫星通信、数字移动通信、综