



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 现代通信技术

(第3版)

纪越峰 等编著



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

主编 纪越峰

编著 (按姓氏笔画排序)

王文博 刘瑞曾 纪越峰

纪红 孙咏梅 郭文彬

黄孝建 黄永清

# 现代通信技术

---

第3版)

北京邮电大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书根据通信网络的分层构架,从全程全网和网络融合的角度全面系统地讲述各类先进的通信技术,重点是近年来涌现的新技术。

本书主要包括五个部分的内容:第一部分概述现代通信网与支撑技术;第二部分讲述信息应用技术,包括各种通信业务和终端技术;第三部分讲述业务网技术,包括电话网技术、数据网技术和 IP 网技术;第四部分讲述接入与传送网技术,包括 SDH 技术、光纤通信技术、无线通信技术和综合业务接入技术;第五部分讲述网络融合技术,包括下一代网络、多种融合技术以及未来发展方向。

本书注重选材,内容丰富,层次清楚,编写方法新颖。在加强基本概念、基本原理与必要的理论分析的同时,着重从网络的各个层面讲述目前先进的通信技术和最新的技术成果。

本书可作为高等院校通信或电子信息专业类本科高年级学生用教材或教学参考书,也可供从事通信与网络工作的科研和工程技术人员学习和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代通信技术/纪越峰等编著.--3版.--北京:北京邮电大学出版社,2010.6

ISBN 978-7-5635-2261-3

I. ①现… II. ①纪… III. ①通信技术 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020868 号

---

书 名: 现代通信技术(第 3 版)

作 者: 纪越峰 等

责任编辑: 王晓丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 29

字 数: 633 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2002 年 3 月第 1 版      2004 年 1 月第 2 版  
2010 年 6 月第 3 版      2010 年 6 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-2261-3

定 价: 48.00

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

---

本书分别于2002年3月和2004年1月发行了第1版和第2版,随后在“现代通信技术”及同类课程中作为教材使用。通过收集实际使用后师生们的反馈意见,并根据近几年通信技术的发展与变化,作者对原书进行了修改与完善,使其更明确地体现编写目的,便于读者更好地学习和掌握先进的通信技术。

通信为人类文明和社会生活带来了翻天覆地的变化,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结构的重要组成部分之一。针对通信技术的各个方面,目前相关高等院校已为本科生开设了多门课程,也出版了相应的教材。这些课程为学生掌握某一方面通信技术打下了良好的基础,但随着现代通信技术的飞速发展,也带来了一些问题,即各门课程相对独立,缺乏关联性,学生很难由此建立起对通信技术和通信网络的整体概念,而且通信技术更新速度加快,各种新技术不断涌现,教材应能及时反映这一变化。因此十分有必要根据新的通信网络构架和各类先进的通信技术来组织编写新的通信技术教材。

## 1. 本教材的编写目的

本教材是为了适应现代通信技术发展的需要而编写的,其总体目标是通过“现代通信技术”课程教学内容的深入分析,从全程全网和网络融合的角度讲述各类先进的通信技术,力争构建具有科学性、系统性、新颖性和先进性的知识结构与内容体系,强调工程方法论基本思想的学习与培养,不仅使学生能够在网络分层概念的基础上学习到各类先进的通信技术知识,更重要的是培养学生掌握科学的研究方法和迅速学习新技术的能力,成为高素质的创新人才奠定基础。

## 2. 本教材的主要特点

(1) 传统通信系统是由传输、交换、终端三大部分组成,目前已有的教材也多是依此而写。随着通信技术的发展与用户需求日益多样化,现代通信网正处在变革与发展之中,为了更清晰地描述现代通信网络结构和先进技术,本教材改变以往的编写方法,根据网络的分层构架,从网络的各个层面来讲述先进的通信技术。

(2) 目前,关于通信技术的教材往往是侧重于讲述某一特定技术,如程控交换、光纤

通信、微波技术、移动通信、接入网技术等,学生很难由此建立起现代通信技术与通信网的整体概念和掌握相互关系。本教材从全局出发,对网络分层中所涉及的通信技术进行较详细的论述,从而加强学生对现代通信技术的认识和全程全网的了解,在此基础上,学生可根据专业和个人情况,再就某一个专业技术方向进行更深入的学习。

(3) 当前通信技术发展迅猛、日新月异,本教材根据学生的认知规律和需求特征,将本学科的最新技术直接反映到教材中去,如光纤通信技术、移动通信技术、多媒体通信技术、网络融合技术等。

(4) 素质教育是当前教育的热点和趋势,本教材在论述知识的同时,力争渗入分析问题和解决问题的方法和思路,加强学生对工程方法论的学习和理解,使学生掌握科学与技术的基本研究方法,具备快速掌握新技术的基本素质。

(5) 本教材的编写工作集中了北京邮电大学在现代通信技术方面的多位教师,他们在相关通信技术的教学和科研工作中均取得了突出成绩。虽然由多位教师参加编写,但在整体结构、内容处理、各章衔接及编写思路等方面都作了精心安排,体现了整体的融合性。

### 3. 本教材的主要内容

本教材根据通信网络的分层构架,从全程全网和网络融合的角度全面系统地讲述了各类先进的通信技术,内容共5篇12章,其中第一篇(含第1章)概述现代通信网与支撑技术;第二篇(含第2~3章)讲述信息应用技术,包括各种业务和终端技术;第三篇(含第4~7章)讲述业务网技术,包括电话网技术、数据网技术和IP网技术;第四篇(含第8~11章)讲述接入与传送网技术,包括同步数字传送网技术、光纤通信技术、无线通信技术和综合业务接入技术;第五篇(含第12章)讲述网络融合技术,包括下一代网络、多种融合技术以及未来发展方向。

本书可作为高等院校通信专业类本科高年级学生用教材或教学参考书,建议课堂学时数为51~68学时,在进行不同专业或不同层次的教学安排时可根据情况进行相应的学时调整和内容取舍。

### 4. 本教材的编写分工

本教材由纪越峰教授主编,其中第1章和第8章由纪越峰教授编写;第2~3章由黄孝建教授编写;第4~7章由纪红教授和刘瑞曾教授编写;第9章由黄永清教授和纪越峰教授编写;第10章由王文博教授和郭文彬副教授编写;第11章由孙咏梅副教授编写;第12章由纪越峰教授、孙咏梅副教授、黄孝建教授编写;全书由纪越峰教授统稿。

由于作者水平所限,加之现代通信技术涉及面广,难以做到一书概全,不足之处,恳请同行和读者指正。

作者

# 目 录

## 第一篇 现代通信网与支撑技术概述

<b>第 1 章 现代通信网与支撑技术概述</b> .....	1
1.1 现代通信网的构成要素 .....	1
1.1.1 通信的基本概念 .....	1
1.1.2 通信系统的基本组成 .....	3
1.1.3 现代通信网的分层结构 .....	4
1.1.4 通信网组网结构 .....	5
1.1.5 通信网的质量要求 .....	7
1.2 现代通信网的支撑技术 .....	8
1.2.1 信息应用技术 .....	8
1.2.2 业务网技术 .....	9
1.2.3 接入与传送网技术.....	10
1.3 现代通信技术的发展趋势.....	12
本章小结 .....	13
习题 .....	14

## 第二篇 信息应用技术

<b>第 2 章 通信业务</b> .....	15
2.1 模拟与数字视音频业务.....	15
2.1.1 视音频信息基本概念.....	15
2.1.2 视音频信息数字化.....	20
2.1.3 视音频压缩编码.....	21
2.1.4 视音频业务种类.....	29
2.2 数据通信业务.....	34
2.2.1 数据通信的基本概念.....	35

2.2.2 数据通信业务	35
2.3 多媒体通信业务	37
2.3.1 多媒体通信业务及其特点	37
2.3.2 多媒体通信技术规范与标准	40
本章小结	43
习题	43
<b>第3章 通信终端</b>	<b>44</b>
3.1 音频通信终端	44
3.2 图形、图像通信终端	44
3.3 视频通信终端	45
3.3.1 彩色电视摄像机	45
3.3.2 多媒体计算机用摄像头	46
3.3.3 视频显示终端	47
3.4 数据通信终端	48
3.5 多媒体通信终端	48
3.5.1 多媒体终端形式	48
3.5.2 多媒体通信终端接口	52
3.5.3 多媒体通信终端软件系统	53
本章小结	54
习题	54

### 第三篇 业务网技术

<b>第4章 业务网技术基础</b>	<b>55</b>
4.1 业务网概述	55
4.1.1 业务网的基本技术要素及分类	55
4.1.2 交换在业务网中的地位与作用	57
4.2 节点交换技术	59
4.2.1 交换节点中传送的信号	59
4.2.2 窄带交换技术	60
4.2.3 宽带交换技术	62
4.2.4 开放系统互连参考模型与节点交换技术	64
4.2.5 网络技术	68
4.3 节点交换系统的基本功能	69
4.3.1 连接功能的数学描述	69

4.3.2	连接功能的基本技术	71
4.3.3	接口功能	74
4.3.4	信令功能	75
4.3.5	控制功能	77
本章小结		78
习题		79
<b>第5章</b>	<b>电话网技术</b>	<b>79</b>
5.1	电话网概述	80
5.1.1	电话网的组成	80
5.1.2	电话网结构	80
5.1.3	电话网的路由选择	83
5.1.4	电话网的编号计划	85
5.1.5	电话信令网的组成与结构	86
5.2	数字电路交换技术	86
5.2.1	数字电路交换系统分类	86
5.2.2	数字电路交换系统硬件功能结构	87
5.2.3	数字电路交换系统软件功能结构	96
5.2.4	数字电路交换系统性能指标	102
5.3	窄带综合业务数字网技术	102
5.3.1	ISDN 的概念	102
5.3.2	ISDN 的网络功能	103
5.3.3	ISDN 的用户/网络接口	104
5.4	智能网技术	106
5.4.1	智能网概述	106
5.4.2	智能网的结构与功能	107
5.4.3	智能网的概念模型	109
5.4.4	智能网的应用	112
5.5	电信管理网	114
5.5.1	电信管理网的基本概念	114
5.5.2	电信管理网的体系结构	115
5.5.3	电信管理网的逻辑分层与管理功能	116
本章小结		118
习题		118



<b>第 6 章 数据网技术</b> .....	120
6.1 数据网概述 .....	120
6.1.1 数据网的分类 .....	120
6.1.2 数据通信系统构成 .....	121
6.1.3 数据网的构成 .....	121
6.2 X.25 分组交换网.....	122
6.2.1 分组交换的概念 .....	122
6.2.2 X.25 分组交换网技术.....	125
6.3 帧中继技术 .....	129
6.3.1 帧中继的基本概念 .....	129
6.3.2 帧中继工作原理及技术特点 .....	130
6.4 数字数据网技术 .....	131
6.4.1 数字数据网的基本概念 .....	131
6.4.2 DDN 中 64 kbit/s 数字信道复用及数字交叉连接的概念 .....	132
6.4.3 DDN 网络业务类别及用户入网方式.....	133
6.5 以太网技术 .....	134
6.5.1 以太网的介质访问控制方式 .....	134
6.5.2 以太网的协议结构和网络系统组成 .....	135
6.5.3 基于 10BASE-T 发展的现代网络技术 .....	136
6.6 ATM 技术 .....	138
6.6.1 ATM 技术基本原理 .....	138
6.6.2 ATM 交换系统 .....	143
本章小结.....	147
习题.....	148
<b>第 7 章 IP 网技术</b> .....	149
7.1 互联网概述 .....	149
7.2 IP 网协议的体系结构和协议地址 .....	150
7.2.1 IP 网协议的体系结构 .....	150
7.2.2 互联网的协议地址 .....	151
7.3 路由器与高速路由技术 .....	153
7.3.1 数据报的转发与路由器工作过程 .....	153
7.3.2 路由器组网和网络体系结构 .....	154
7.3.3 路由器的组网特点 .....	155
7.3.4 高速路由技术 .....	155

7.4	IP 电话网技术 .....	158
7.4.1	IP 电话网基本模型 .....	158
7.4.2	IP 电话通信流程 .....	158
7.4.3	IP 电话网与传统电话网(PSTN)的比较 .....	160
7.5	软交换技术 .....	160
7.5.1	软交换的概念 .....	160
7.5.2	软交换的功能 .....	161
7.5.3	软交换系统架构的主要组成 .....	162
7.5.4	基于软交换的网络体系结构 .....	164
7.5.5	软交换网络的特点 .....	164
7.5.6	软交换的主要协议 .....	165
7.5.7	软交换应用 .....	166
7.5.8	软交换通信流程示例 .....	167
7.6	IPv6 技术 .....	168
7.6.1	IPv6 技术的引入及其特点 .....	168
7.6.2	IPv6 地址体系结构 .....	170
7.6.3	IPv4 向 IPv6 演进技术 .....	172
7.7	IP 网的安全性及可信任性 .....	174
7.7.1	网络信息安全概述 .....	174
7.7.2	网络信息安全机制 .....	175
7.7.3	网络的信任性和可信网络 .....	178
	本章小结 .....	179
	习题 .....	180

## 第四篇 接入与传送网技术

<b>第 8 章</b>	<b>传送网技术基础 .....</b>	<b>182</b>
8.1	传送网概述 .....	182
8.1.1	传送与传输 .....	182
8.1.2	传送网分层结构 .....	183
8.2	同步数字传送网技术 .....	183
8.2.1	SDH 传送网产生背景 .....	184
8.2.2	SDH 帧结构与段开销 .....	189
8.2.3	同步复用和映射原理 .....	197
8.2.4	SDH 网络中的基本网元 .....	212
8.2.5	SDH 自愈网原理 .....	217

8.3 传送网主要性能指标 .....	227
8.3.1 误码特性 .....	227
8.3.2 抖动特性 .....	228
8.3.3 可靠性与可用性 .....	229
本章小结 .....	230
习题 .....	230
<b>第9章 光纤通信技术</b> .....	<b>231</b>
9.1 光纤通信概述 .....	231
9.1.1 电磁波谱 .....	231
9.1.2 光纤通信系统基本结构与特点 .....	233
9.2 光纤传输原理与特性 .....	235
9.2.1 光纤的结构和分类 .....	235
9.2.2 光纤的导光原理 .....	237
9.2.3 光纤的传输特性 .....	241
9.2.4 单模光纤 .....	246
9.3 光发送机与光接收机 .....	247
9.3.1 半导体激光器和发光二极管 .....	248
9.3.2 光发送机 .....	257
9.3.3 光检测器 .....	260
9.3.4 光接收机 .....	264
9.4 高速大容量光纤通信系统 .....	267
9.4.1 光纤通信系统基本构成 .....	267
9.4.2 光放大器 .....	269
9.4.3 光波分复用系统 .....	273
9.4.4 光时分复用系统 .....	276
9.4.5 光纤孤子通信系统 .....	278
9.5 光网络技术 .....	279
9.5.1 光传送网技术 .....	279
9.5.2 分组传送网技术 .....	285
9.5.3 自动交换光网络技术 .....	287
本章小结 .....	295
习题 .....	295
<b>第10章 无线通信技术</b> .....	<b>297</b>
10.1 概述 .....	297

10.2	无线传播环境及其特性	297
10.2.1	天线基本知识	298
10.2.2	电波的自由空间传播	299
10.2.3	电波传播的几何模型	299
10.2.4	电波的多径传播和衰落	303
10.2.5	链路预算	308
10.3	无线传输技术	309
10.3.1	调制技术	309
10.3.2	抗衰落及抗干扰技术	310
10.3.3	多天线与时空编码技术	317
10.3.4	多址技术	321
10.4	陆地移动通信系统	328
10.4.1	概述	328
10.4.2	蜂窝的概念	330
10.4.3	系统模型	335
10.4.4	无线资源管理	336
10.4.5	移动性管理	337
10.4.6	安全性管理	337
10.4.7	GSM 系统	338
10.4.8	CDMA 系统	339
10.4.9	第三代移动通信系统	342
10.4.10	第三代移动通信系统长期演进及发展	348
10.5	无线移动通信新技术	354
10.5.1	无线协同通信	354
10.5.2	无线网络编码	356
10.5.3	认知无线电	358
10.6	数字微波通信	360
10.6.1	概述	360
10.6.2	数字微波在整个通信网中的位置	361
10.6.3	数字微波线路	361
10.6.4	数字微波的波道及其射频频率配置	365
10.7	卫星通信系统	368
10.7.1	概述	368
10.7.2	卫星通信使用的频率	369
10.7.3	卫星通信基础	370

10.7.4	同步卫星通信系统	375
10.7.5	移动卫星通信系统	379
本章小结		386
习题		386
<b>第 11 章</b>	<b>综合业务接入技术</b>	<b>387</b>
11.1	接入网概述	387
11.1.1	接入网的产生	388
11.1.2	接入网的定义	389
11.1.3	接入网的接口类型	391
11.1.4	接入网的协议参考模型	392
11.1.5	接入网的功能结构	393
11.1.6	接入网的特点	395
11.1.7	接入网的接入技术分类	395
11.2	铜线接入技术	397
11.2.1	数字用户线技术	397
11.2.2	非对称数字用户线技术	399
11.3	光纤接入技术	404
11.3.1	光纤接入网的基本结构	404
11.3.2	光纤接入网的种类	406
11.3.3	无源光网络中的复用技术	407
11.3.4	以太网无源光网络接入技术	411
11.3.5	吉比特无源光网络接入技术	414
11.4	混合光纤/同轴电缆接入	416
11.4.1	系统结构	416
11.4.2	频谱安排	418
11.4.3	交互式数字视频	418
11.5	无线接入技术	419
11.5.1	固定无线接入技术	420
11.5.2	移动接入技术	423
11.6	接入网的维护管理	423
11.6.1	接入网管理功能概述	423
11.6.2	接入网的管理功能	425
本章小结		425
习题		425

## 第五篇 网络融合技术

<b>第 12 章 网络融合技术</b> .....	427
12.1 下一代网络与技术发展趋势 .....	427
12.2 固定移动融合技术 .....	429
12.3 光与 IP 融合技术 .....	431
12.4 移动互联网技术 .....	434
12.5 移动多媒体技术 .....	438
12.6 物联网技术 .....	441
习题 .....	446
<b>结束语</b> .....	447
<b>参考文献</b> .....	448

# 现代通信网与支撑技术概述

通信技术的飞速发展是现代信息技术提供了强有力的支持,本篇主要讲述现代通信网的构成要素、现代通信网的支撑技术和现代通信技术的发展趋势。

## 第 1 章 现代通信网与支撑技术概述

当今社会正在经受信息技术迅猛发展浪潮的冲击,通信技术、计算机技术、控制技术是现代信息技术的发展及相互融合,拓宽了信息的传递和应用范围,使得人们在广域范围内随时随地获取和交换信息成为可能。尤其是随着网络化时代的到来,人们对信息的需求与日俱增,全球范围内 IP 业务突飞猛进地发展,在给传统电信业务带来巨大冲击的同时,也为现代通信技术的发展提供了新的机遇。本章主要讲述现代通信网的构成要素、现代通信网的支撑技术和现代通信技术的发展趋势。

### 1.1 现代通信网的构成要素

在信息化社会中,语音、数据、图像等各类信息,从信息源开始,经过搜索、筛选、分类、编辑、整理等一系列信息处理过程,加工成信息产品,最终传输给信息消费者,而信息流动是围绕高速信息通信网进行的,这个高速信息通信网是以光纤通信、微波通信、卫星通信等骨干通信网为传输基础,由公众电话网、公众数据网、移动通信网、有线电视网等业务网组成,并通过各类信息应用系统延伸到全社会的每个地方和每个人,从而真正实现信息资源的共享和信息流动的快速与畅通。

#### 1.1.1 通信的基本概念

##### 1. 通信的基本含义

人们通过听觉、视觉、嗅觉、触觉等感官,感知现实世界而获取信息,并通过通信来传

递信息。因此通信的基本形式是在信源(始端)与信宿(末端)之间建立一个传输(转移)信息的通道(信道)。过去的通信由于受技术与需求所限,仅限于话音。随着信息社会的到来,人们对信息的需求将日益丰富与多样化,而现代通信的发展又为此提供了条件。因此现代通信意义上所指的信息已不再局限于电话、电报、传真等单一媒体信息,而是将声音、文字、图像、数据等合为一体的多媒体信息。总之通过人的各种感官或通过传感器、仪器、仪表对现实世界的感觉,形成多媒体或新媒体(五官之外)信息,这些信息通过通信来进行传递。因此所谓通信系统就是利用电、光等信号形式来传递信息的系统。

## 2. 通信系统的分类

通信系统可以从不同的角度来分类。

### (1) 按照通信业务分类

根据不同的通信业务,通信系统可以分为多种类型。

- 单媒体通信系统:如电话、传真等;
- 多媒体通信系统:如电视、可视电话、会议电话、远程教学等;
- 新媒体通信系统:如物体-物体通信等;
- 实时通信系统:如电话、电视等;
- 非实时通信系统:如电报、传真、数据通信等;
- 单向传输系统:如广播、电视等;
- 交互传输系统:如电话、点播电视(VOD)等;
- 窄带通信系统:如电话、电报、低速数据等;
- 宽带通信系统:如点播电视、会议电视、远程教学、远程医疗、高速数据等。

### (2) 按照传输媒质分类

按照传输媒质分类,通信系统可以分为有线通信系统和无线通信系统。有线通信系统的传输媒质可以是架空明线、电缆和光缆。无线通信系统是借助于电磁波在自由空间的传播来传输信号,根据电磁波波长的不同又可以分为中/长波通信、短波通信和微波通信等类型。

### (3) 按照调制方式分类

根据是否采用调制,通信系统可以分为基带传输和调制传输两大类。基带传输是将未经调制的信号直接在线路上传输,如音频市内电话和数字信号的基带传输等。调制传输是先对信号进行调制后再进行传输。

### (4) 按照信道中传输的信号分类

按照信道中传输的信号形式不同分类,通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统等。数字通信系统抗干扰能力强,有较好的保密性和可靠性,易于集成化,目前已得到了广泛应用。



### 1.1.2 通信系统的基本组成

通信的基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输(转移)信息的通道,实现信息的传输。但是由于信源与信宿之间的不确定性和多元性,一般在它们之间的信息传递方式不是固定的。为了便于分析,可通过通信系统的构成模型,将各种通信系统技术归纳并反映,如图 1.1 所示。点与点之间建立的通信系统的基本组成包括:信源、变换器、信道、噪声源、反变换器及信宿 6 个部分。

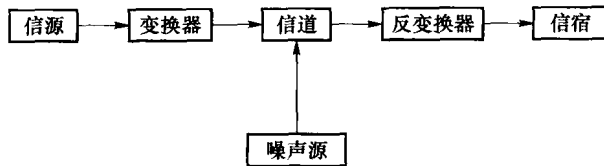


图 1.1 点一点单向通信系统构成模型

#### (1) 信源

信源是指产生各种信息(如语音、文字、图像及数据等)的信息源,可以是发出信息的人,也可以是发出信息的机器,如计算机等。不同的信息源构成不同形式的通信系统。

#### (2) 变换器

变换器的作用是将信源发出的信息变换成适合在信道中传输的信号。对应不同的信道和不同的通信系统,变换器有不同的组成和变换功能。例如,对于数字电话通信系统,变换器包括送话器和模/数变换器等,模/数变换器的作用是将送话器输出的模拟话音信号经过模/数变换、编码及时分复用等处理后,变换成适合于在数字信道中传输的信号。

#### (3) 信道

信道是信号的传输媒介。信道按传输介质的种类可以分为有线信道和无线信道。在有线信道中电磁信号被约束在某种传输线(如电缆、光缆等)上传输;在无线信道中电磁信号沿空间(大气层、对流层、电离层等)传输。信道如果按传输信号的形式又可以分为模拟信道和数字信道。

#### (4) 反变换器

反变换器的作用是从信道上接收的信号变换成信息接收者可以接收的信息。反变换器的作用与变换器正好相反,起着还原的作用。

#### (5) 信宿

信宿是信息的接收者,他/它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

噪声源是指系统内各种干扰影响的等效结果。系统的噪声来自各个部分,从发出和