



高等职业教育“十二五”规划教材

通信技术

基础及应用

胡彩霞 李玉敏 ○ 主 编
任越美 张 旭 钟 娟 ○ 副主编

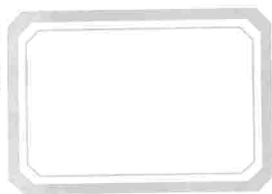
- ▶ PPT教学课件
- ▶ 配备习题答案
- ▶ 知识面广、系统性强
- ▶ 理论与实践紧密结合
- ▶ 将理论教学、课程仿真、课程实验三者有机结合

配套资源下载地址: <http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社

高等职业类



通信技术基础及应用

胡彩霞 李玉敏 主 编

任越美 张旭 钟娟 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统、深入地介绍了通信系统和通信网的基本原理与基本分析方法，是通信及信息专业的专业基础课教材。

全书共分 12 章，内容包括通信系统及通信网的构成、确定信号分析、随机过程、模拟通信系统、数字信号的基带传输、数字信号的频带传输、信源和信源编码、信道、信道编码、扩频通信、正交频分复用多载波调制技术以及通信网的基础知识。

本书概念清楚，取材新颖，书中列举了大量例题，大部分章节均附有习题。本书可作为高等学校通信工程、电子工程和其他相近专业本科生的教材，也可供通信工程技术人员和科研人员作为参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

通信技术基础及应用/胡彩霞，李玉敏主编. —北京：清华大学出版社，2013
(高等职业教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-302-32038-8

I. ①通… II. ①胡… ②李… III. ①通信技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 078878 号

责任编辑：杜长清

封面设计：刘 超

版式设计：文森时代

责任校对：张彩凤 张兴旺

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：北京富博印刷有限公司

装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm

印 张：20

字 数：459 千字

版 次：2013 年 6 月第 1 版

印 次：2013 年 6 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：35.00 元

丛书编委会

主任 杜长清 逢积仁

副主任 邵增珍 王三虎 林芳 刘旭 张旭

万春旭 丁荣涛 陈海涛 王熔熔 杨恒广

王可 葛日波 张帆

委员 (按拼音排序)

柏静 包金锋 蔡小磊 陈莉 陈孟祥 陈娅冰

陈印 成平广 程满玲 范乃梅 范瑛 冯强

郭运宏 韩国彬 韩耀坤 胡彩霞 胡雅丽 胡颖

黄军建 黄妙燕 贾晓飞 姜付鹏 康丽军 匡国防

李彩玲 李多友 李玉梅 李玉敏 刘芳 刘小园

刘旭 柳静 卢锡良 陆洲 吕俏俏 马国峰

莫丽薇 宁斌 聂军 潘艺 彭宏娟 乔晓刚

任雪莲 任越美 沈海龙 史可蕾 宋学坤 唐海和

唐闻新 唐晓东 王仕平 王咸锋 王震生 魏守峰

吴海霞 吴倩 伍晓玲 向昌成 肖起涛 谢文昌

熊启阳 徐其江 徐清泉 徐守江 薛海燕 杨品林

杨永健 尹娜 余敦一 袁倩芳 臧文科 曾德生

张国玲 张红玉 张建群 张丽萍 张娜 张琴艳

张涛 张向丰 张晓琦 张勇 张云涛 周杰华

周庆 周瑞华 周世忠 朱清妍 朱云飞

丛书编委会院校名单

(按拼音排序)

包头轻工职业技术学院
北京城市学院
北京农业职业学院
北京印刷学院
重庆教育学院
大连海洋大学职业技术学院
大连艺术学院
广东科技学院
广东省惠州市惠城区技工学校
广西工商职业技术学院
广西玉林师范学院
河北青年管理干部学院
河北省沙河市职教中心
河南工业职业技术学院
河南化工职业学院
河南中医学院信息技术学院
黑龙江农业工程职业学院
衡水职业技术学院
湖北文理学院
湖南省衡阳技师学院
湖南信息职业技术学院
华南师范大学
黄河水利职业技术学院
黄山学院信息工程学院
吉林电子信息职业技术学院
吉林省四平市四平职业大学
江苏经贸职业技术学院
军事经济学院襄樊分院
昆明工业职业技术学院
兰州外语职业学院
辽宁信息职业技术学院
聊城市高级技工学校
临汾职业技术学院
临沂职业学院
吕梁学院
洛阳师范学院
内蒙古机电职业技术学院
宁夏工商职业技术学院
青海畜牧兽医职业技术学院
山东省潍坊商业学校
山东师范大学
山东信息职业技术学院
山西青年职业学院
首钢工学院
四川大学锦江学院
四川职业技术学院
太原大学
泰山职业技术学院
唐山工业职业技术学院
天津青年职业学院
潍坊职业学院
武汉商业服务学院
厦门软件学院
烟台工程职业技术学院
扬州工业职业技术学院
张家口职业技术学院
郑州轻工业学院
郑州铁路职业技术学院
淄博职业学院

前 言

近十年来,中国信息产业以3倍于GDP的速率高速增长,成为国民经济第一支柱产业。与之相适应,与通信有关的信息类工科亦成为我国高等院校重点建设的热门专业。通信技术基础是通信工程、信息工程、电子科学技术等电子信息类专业的必修课程,旨在培养学生了解和掌握现代通信系统的基础理论、技术原理和系统分析方法。该课程又是公认的比较难学的课程之一,大多数学生在学习的过程中感到较大的难度和压力,很多学生在学完之后总感觉思路不清晰,重点不突出,内容很复杂,难以把握。从教学角度看,本课程具有如下特点:

(1) 应用的基础知识多。需要具备三方面的基础:工程数学(概率论、数理统计、随机过程)基础、电路(模电、数电、高频)基础、信号与系统基础。通信系统中的信号和噪声都认为是一种平稳的随机过程,采用随机信号分析方法,确定其可靠性指标(误码率),这种方法贯穿于整个课程的学习当中,是学习通信技术基础的精髓。对系统的设计,实质上是一种信号设计,在信号与系统课程中学习过的时频分析方法等内容在通信技术基础的学习中将进一步得到应用与深化。

(2) 知识面广,系统性强。通信系统种类繁多,技术全面复杂,而本书只涉及现代多种通信系统共同具备的基本原理和基本分析方法,因此,学习本书首先要有系统模型概念。通过该模型,透彻理解系统中各个模块的功能、技术及指标,掌握系统中信号及基本变换关系,从而全面把握整个课程的知识体系。

(3) 理论性强,数学推导与物理概念并重。本课程中包含的数学推导很多,这意味着要记忆的公式和结论也很多,但这种记忆一定是在理解的基础之上,要结合物理概念来理解,两者并重,缺一不可。没有必要的数学推导,就不可能对物理概念有全面深入的了解,单方面的数学推导,只是一种工具,目的是加深对原理概念的认识。

(4) 工程性强,理论与实践紧密结合。通信的理论只有应用于实际工程实践当中,学会应用所学的理论知识分析并解决具体的工程应用问题,才是理论教学的根本目的所在。因此,本课程的教学,不是简单的理论教学,而是采用多维的教学手段,将理论教学、课程仿真、课程实验有机地结合起来。

基于以上考虑,围绕本课程的基本特点和规律,本书在编写过程中十分注重内容的衔接与递进、知识的广度与深度、表达的通俗与准确,突出重点、分散难点。本书全面系统地介绍了现代通信系统的基本组成、各部分的工作原理、技术性能指标分析、实际工程应用及采用的最新技术与发展趋势。为充分体现应用性特色教学的需要,各章节内容的安排力争科学系统、简明扼要、条理清楚,知识的表达力求理论分析简明、物理概念清晰、联系应用具体、注重启发思维。

全书共12章,第1章是绪论,从通信发展简史及展望引导出通信的基本概念与通信系

统及通信网的基本构成；第2章和第3章主要分析了通信系统的数学工具，如果读者已有先修基础，可将其作为复习内容；第4章阐述了目前正在应用的各种模拟调制方式的基本原理及其性能分析；第5章和第6章主要介绍了数字信号传输系统的基本理论；第7~9章主要介绍了香农信息论的基本理论；第10章阐述正交码与伪随机码的基本原理及其应用；第11章介绍了正交频分复用多载波调制技术，由于它能有效抗频率选择性衰落，有望成为第四代蜂窝移动通用通信空中接口的候选技术；第12章介绍了通信网的基本原理，阐述交换的基本原理、信令和协议的基本概念以及下一代通信网的发展方向。

本书由黄山学院信息工程学院的胡彩霞、河北省沙河市职教中心的李玉敏主编，河南工业职业技术学院的任越美、江苏经贸职业技术学院的张旭、安徽建筑工业学院电子与信息工程学院的钟娟为副主编。由于作者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，敬请各位老师和同学批评指正。

编者



目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 引言.....	2
1.2 通信系统和通信网的构成.....	2
1.2.1 概述.....	2
1.2.2 信源、信宿和信号.....	3
1.2.3 信源编译码设备.....	3
1.2.4 信道及信道编译码设备.....	4
1.2.5 交换设备.....	4
第 2 章 确定信号分析.....	6
2.1 引言.....	7
2.2 确定信号的分类.....	7
2.3 周期信号的傅里叶级数分析.....	7
2.4 傅里叶变换.....	9
2.5 单位冲激函数的傅里叶变换.....	10
2.6 功率信号的傅里叶变换.....	11
2.7 能量谱密度与功率谱密度.....	14
2.8 确定信号的相关函数.....	16
2.9 卷积.....	18
2.10 确定信号通过线性系统.....	19
2.11 希尔伯特变换.....	22
2.12 解析信号.....	23
2.13 频带信号与带通系统.....	25
第 3 章 随机过程.....	29
3.1 引言.....	30
3.2 随机过程的统计(概率)特性.....	30
3.3 平稳随机过程.....	32
3.4 高斯随机过程(正态).....	34
3.5 平稳随机过程通过线性系统.....	35
3.6 高斯白噪声.....	37
3.7 窄带平稳随机过程.....	39
3.8 匹配滤波器.....	41
3.9 循环平稳随机过程.....	44

习题	45
第4章 模拟通信系统	47
4.1 引言	48
4.2 幅度调制	48
4.2.1 双边带抑制载波调幅	49
4.2.2 具有离散大载波的双边带幅度调制	55
4.2.3 单边带调幅	59
4.2.4 残留边带调幅	62
4.3 角度调制	64
4.3.1 调频及调相信号	65
4.3.2 角度调制信号的频谱特性	67
4.3.3 角度调制器与解调器	68
4.4 线性调制系统的抗噪声性能	72
4.4.1 双边带抑制载波调幅系统的抗噪声性能	73
4.4.2 单边带调幅系统的抗噪声性能	74
4.4.3 具有离散大载波的双边带调幅系统的抗噪声性能	75
4.5 角度调制系统的抗噪声性能	77
4.5.1 角度调制系统的抗噪声性能	80
4.5.2 频率调制的门限效应	80
4.5.3 预加重滤波与去加重滤波	80
4.6 频分复用及其应用实例	82
4.7 超外差接收机	84
习题	86
第5章 数字信号的基带传输	90
5.1 引言	91
5.1.1 数字基带信号及数字基带传输	91
5.1.2 信息量单位、信息速率及码元速率、误比特率及误符率、频带利用率	92
5.2 数字基带信号波形及其功率谱密度	93
5.2.1 数字脉冲幅度调制	93
5.2.2 常用的数字 PAM 信号波形(码型)	94
5.2.3 数字 PAM 信号的功率谱密度计算	99
5.2.4 常用线路码型	105
5.3 在加性白高斯噪声信道条件下数字基带信号的接收	109
5.3.1 利用低通滤波的接收	110
5.3.2 利用匹配滤波器的最佳接收	115
5.4 数字 PAM 信号通过限带基带信道的传输	118
5.4.1 数字 PAM 基带传输及码间干扰	119
5.4.2 无码间干扰基带传输的奈奎斯特准则	121



5.5	在理想限带及加性白高斯噪声信道条件下数字 PAM 信号的最佳基带传输	121
5.6	眼图	123
5.7	信道均衡	124
5.8	符号同步	127
	习题	128
第 6 章	数字信号的频带传输	131
6.1	引言	132
6.2	二进制数字信号的正弦型载波调制	133
6.2.1	二进制通断键控	133
6.2.2	二进制移频键控	142
6.2.3	二进制移相键控	147
6.2.4	2PSK 的载波同步	150
6.2.5	差分移相键控	152
6.3	四相移相键控	154
6.4	M 进制数字调制	158
6.4.1	数字调制信号的矢量表示	159
6.4.2	加性白高斯噪声干扰下 M 进制确定信号的最佳接收	165
6.4.3	M 进制振幅键控	166
6.5	恒包络连续相位调制	171
6.5.1	最小移频键控	171
6.5.2	高斯最小移频键控	172
	习题	173
第 7 章	信源和信源编码	175
7.1	引言	176
7.2	信源的分类及其统计特性描述	176
7.3	信息熵 $H(X)$	179
7.4	互信息 $I(X;Y)$	185
7.5	无失真离散信源编码定理简介	187
7.6	无失真离散信源编码	190
7.7	连续信源的限失真编码	192
7.7.1	模拟信号数字化基本原理	192
7.7.2	采样	194
7.7.3	标量量化	198
7.7.4	脉冲编码调制	204
7.7.5	时分复用	207
7.7.6	矢量量化	208
7.8	相关信源的限失真信源编码	209

7.8.1	预测编码.....	209
7.8.2	变换编码.....	211
习题	211
第 8 章	信道.....	215
8.1	引言.....	216
8.2	信道的定义和分类.....	216
8.3	通信信道实例.....	217
8.3.1	恒参信道.....	217
8.3.2	随参信道.....	218
8.4	信道的数学模型.....	218
8.4.1	连续信道模型.....	218
8.4.2	离散信道模型.....	220
8.5	恒参信道特性及其对信号传输的影响.....	221
8.6	随参信道特性及其对信号传输的影响.....	223
8.6.1	随参信道的数学模型.....	223
8.6.2	随参信道对信号传输的影响.....	224
8.6.3	抗衰落措施.....	228
8.7	信道容量.....	229
8.8	信道编码定理.....	230
习题	229
第 9 章	信道编码.....	232
9.1	信道编码的基本概念.....	233
9.2	线性分组码.....	238
9.2.1	基本概念.....	238
9.2.2	生成矩阵和监督矩阵.....	239
9.2.3	汉明码.....	243
9.3	循环码.....	244
9.3.1	基本概念.....	244
9.3.2	多项式描述.....	246
9.3.3	生成多项式与生成矩阵.....	248
9.3.4	监督多项式与监督矩阵.....	252
9.4	卷积码.....	254
9.4.1	卷积码的编码.....	255
9.4.2	卷积码的译码.....	258
习题	259
第 10 章	扩频通信.....	262
10.1	引言.....	263



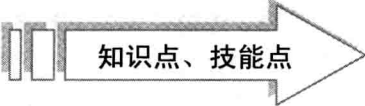
10.2	伪随机码.....	263
10.2.1	定义.....	263
10.2.2	最长线性反馈移存器序列 (m 序列)	263
10.3	正交码.....	269
10.4	直接序列扩频.....	271
10.4.1	直扩二相移相键控.....	271
10.4.2	功率谱密度.....	273
10.4.3	DS-BPSK 的抗干扰性能.....	274
10.5	多径分集接收: Rake 接收.....	277
10.6	扩频码的其他应用.....	278
10.6.1	误码率的测量.....	278
10.6.2	数字信息序列的扰码与解扰.....	278
10.6.3	噪声发生器.....	279
10.6.4	数字通信加密.....	280
10.6.5	测量时延.....	280
	习题.....	281
第 11 章	正交频分复用多载波调制技术.....	282
11.1	引言.....	283
11.2	OFDM 多载波调制技术的基本原理.....	285
11.2.1	BPSK-OFDM.....	285
11.2.2	QAM-OFDM	287
第 12 章	通信网的基础知识.....	292
12.1	引言.....	293
12.2	通信网的组成要素和性能要求.....	293
12.3	交换技术的基本原理.....	295
12.3.1	电路转接.....	295
12.3.2	信息转接.....	296
12.3.3	多址接入.....	297
12.4	信令和协议.....	299
12.4.1	电话信令.....	299
12.4.2	数据网协议.....	300
12.5	代表通信网发展方向的下一代网络.....	301
12.5.1	NSN.....	301
12.5.2	软交换.....	302
12.5.3	IMS	303
12.6	无线自组织网络.....	303
12.7	结束语.....	304
	参考文献.....	305

参考文献.....

305

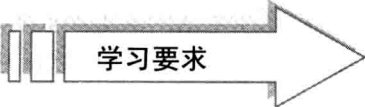
第1章

绪论



知识点、技能点

- 通信系统和通信网的基本概念



学习要求

- 了解通信系统和通信网的基本概念



教学基础要求

- 掌握通信系统和通信网的基本概念

1.1 引 言

通信技术和通信产业是 20 世纪 80 年代以来发展最快的领域之一,不论是在国际还是在国内都是如此,只是在层次和内涵上由于发展水平的不同而有所不同,这是人类进入信息社会的重要标志之一。

信息是一个古老的概念,但直到 20 世纪中叶,克劳德·香农(Claude Elwood. Shannon)在概率论的基础上定义了信息熵,才有了定量的意义。由此建立了信息论这一新学科,对于信息技术的发展起到奠基作用。但是这种信息的定义是有特定限制条件的,一般称为狭义信息或语法信息。能用于通常意义下的信息或广义信息,迄今尚无确切的科学定义。一般地说,信息是一种资源,它不同于物质资源和能量资源,是可以共享和重复使用,而且不受空间和时间的限制而广泛地传播,所以它对物质生产和能量生产起着极大的促进作用。关于信息技术,一般有三大类:电信技术、计算机技术和三遥(遥测、遥感、遥控)技术。电信技术是克服空间限制的主要手段,几乎可以瞬间把大量信息传送到遥远的各处;计算机技术可以把大量信息存储起来并加以处理,从而克服时间限制,使共享和重复使用成为可能;三遥技术可以使信息的提取和利用扩展到更大的范围和更深的层次。这些技术的发展,实际上就是人的智力得到极大的扩展,不但使传统产业得到改造而进一步发展,新兴产业也不断形成,如探索宇宙奥秘的航天产业、丰富人的精神生活和物质生活的家电产业等,这些技术都与通信和通信网有关。因此,通信技术的发展加快信息社会的形成,而信息社会的形成又加速了通信产业的发展。

1.2 通信系统和通信网的构成

1.2.1 概述

从 1.1 节所阐述的通信的发展趋势可看出,通信产业是一个庞大而飞速发展的产业。新业务和新技术日新月异,要全面描述这些技术的基本原理几乎是不可能的。但从总体上看,通信技术实际上就是通信系统和通信网的技术。通信系统是指点对点通信所需的全部设施,而通信网是由许多通信系统组成的多点之间能相互通信的全部设施。如图 1.1 所示为通信系统模型。

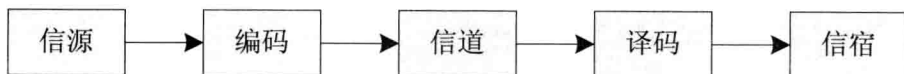


图 1.1 通信系统模型

在图 1.1 中,信源是发出待传送信息的主体,信宿是该信息的接收者,信源和信宿决定了通信系统的业务性质。例如,电话系统传送语音信息,电报或数据通信系统传送代表某些信息的符号,电视系统传送活动图像的信息等。信道是传送信息的通道,如电缆信道、



光缆信道、无线信道等；其容量决定该系统能传送多少信息。编码泛指把信源输出变换成适合信道传送的信号所需的设备；而译码就是编码的反变换所需的设备。从这个意义上说，编码和译码实际上包含除信道外的所有的通信设备。当给定信源和信宿并选定信道后，这些设备决定通信系统的性能。例如，适当的压缩编码，可降低误码率以提高通信系统的有效性，即同样的信道可传送更多的信源信息；又如适当的调制方式，可降低误码率以提高通信系统的可靠性等。如图 1.1 所示的系统是单向通信系统，信息只从信源送到信宿。许多通信系统是双向的，这时可由两个单向通信系统构成。两边都有信源和信宿，编码和译码合在一起成为终端设备，而信道应是双向的。所以点对点的通信系统可由信道和终端构成，而当许多终端要相互通信时，就需用转接点把这些通信系统连接成通信网，如图 1.2 所示。

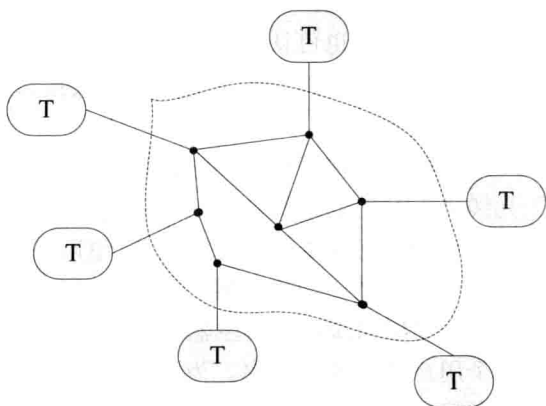


图 1.2 通信网模型

在图 1.2 中，虚线范围内是一个通信网。实线代表信道，实线的交点是具有转接设备的交换局。各终端 T 接到一个交换局就可与联网的任何一个终端相互通信。由此可见，通信网中除了通信系统的所有设备外，还需转接设备。而在自动化的通信网中，信令或协议也是必需的。这样就可在满足各终端之间能互通信息的要求下，提高信道利用率。

1.2.2 信源、信宿和信号

信源和信宿是通信系统的服务对象。信源的信息以消息的形式传送给信宿。各种信源的消息可有不同的形式，如声音、图像、文字等。通过传感器把这些消息转换成信号，后者需经过变换、处理和传送，最后又用传感器转换成消息供信宿利用。由此可见，信号是通信系统中的主要构成部分，要设计优良的通信系统，必须对信号有深入的认识。除了载荷信源信息的信号外，还有网内的控制信号和干扰信号，如外界噪声、设备内部噪声、邻路干扰和电路失真所引起的符号间干扰等。这些信号对通信系统的影响也需仔细研究。

1.2.3 信源编译码设备

图 1.1 中的编码和译码方框包含从信源到信道和信道到信宿的信号变换，其中主要可

分为两大部分：信源编译码设备和信道编译码设备。后者是把信号转换成适合信道传输的信号，这将在下一节讨论。前者包括将信源消息转换成电信号和反变换的传感器，以及进一步变换电信号的设备。变换的目的一般是提高系统的有效性，也就是同样的信道可传送更多的信息。模拟信号的主要参数之一是频带宽度 B 。它决定信号所占用的信道资源，所以在模拟通信系统中，信源编码的任务就是压缩频带。

1.2.4 信道及信道编译码设备

通信系统中的信道可分为两大类：一类是用自由空间的电磁波来传播信息的无线信道。这种信道只能传送高频的带通信号，因此必须由调制解调器、高频振荡器、变频和天线等设备组成的收发信机，才能利用这类信道。这些设备把信源编码输出的信号变换成适于信道传送的信号，称为信道编码设备，但也可认为是信道的构成部分。调制信号如果是模拟信号就构成模拟信道，如果是数字信号就构成数字信道。微波接力通信中的中继站只是对信号进行变频，更应作为信道的一部分。

另一类信道是由沿导线的电磁波来传播信息的有线信道，其中包括明线、对称电缆、同轴电缆和光缆等。除了光缆外，其他信道均能传送基带信号，即从低频率到高频率的信号，所以不一定需有调制解调电路。光缆信道与无线信道一样，只能传送带通信号，差别只是把电信号对激光进行调制。为了减少噪声积累，每隔一段距离需加中继设备，如模拟通信系统中的中继放大器和数字通信系统中的再生器。这些也可认为是信道的一部分。

信道容量通常远大于单个用户所需的信息率。为了充分利用信道，需采用复用和多址接入技术。复用就是多个信源输出变换成相互正交的信号后叠加起来，再进行调制或直接送入信道。接收端可利用正交性将各路分开，复用方式可分为频分复用（FDM）、时分复用（TDM）和码分复用（CDM）。模拟通信系统中常用频分复用，如多路载波系统；数字通信系统中常用时分复用，如 2.048Mbit/s 的 E1 系统。码分复用已有商业实用系统；多址接入是适应无线通信的另一种复用技术，它不要求各个信源的信号集中在一起，而是经变换后直接接入信道。还有频分复用多址（FDMA）、时分复用多址（TDMA）和码分复用多址（CDMA），分别用于模拟信号的移动通信系统和数字信号的移动通信系统。

以上设备从香农模型而论应属于信道编译码的范围。通常把信道编译码的口标定在提高系统的可靠性，这样的编译码器在数字通信中就是纠错和检错编码设备。在模拟通信系统中的宽带调频和各种扩频系统也属于此类。用这些方法来提高信道的可靠性所付出的代价是占用更宽的信道频带。

1.2.5 交换设备

以上列述了通信系统的构成部件，再用交换设备把许多通信系统连接起来就组成了通信网。以交换方式来分，现有的通信网有两大类：电路交换网和信息交换网。

电路交换用呼叫等信令将两个用户间的电路接通后，该电路就归他们使用，直到通信完毕。这种方式适用于有实时性要求、占时较长的信息传输。现有的电话网均为这种交换机。以前的模拟通信常采用开关阵的空分交换机，数字通信中则采用时分和空分相结合的



程控交换机。

另一种是以信息包进行交换的信息交换，就是先把待传送的消息组成信息包，将信息包从一个节点送到另一个节点，在此节点存储下来，如未发现差错且前向信道有空，就按信息包中的地址送到另一个节点；如发现差错则要求前一节点重发。这样下去，直至到达目的地。这种方式适用于实时性要求不高的突发型信息。现有的计算机数据通信网都采用这种信息交换方式。由于信息交换网的信息是以一个包为一组进行转接的，也可称为分组交换网。

以上介绍的这两种类型的网平行发展而不能互通，所以提出综合业务数字网（ISDN）。开始时只在终端综合，在交换时仍分配到两种网；以后又提出异步传送模式（ATM）。试图通过它达到两网互通。ATM是一种快速分组交换，但每组等长，节点间不采取检错重发而以虚电路连接两个终端。另一种尝试是用高速互联网传送语音、图像等多媒体业务，也就是使用路由器和协议进行交换。

现代通信网的交换设备中，信令和协议是其主要构成部分，它们使用户间能自动接通，并处理各种意外事件。在有些情况下，它们可以交换设备本身，如多址接入系统中的信道分配、计算机网中的差错控制等。

